

ANNÉE 1953

THÈSE

N°

417

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean-Robert SAPIN-JALOUSTRE

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

Né le 9 Juin 1917, à SAINT-VERGE (Deux-Sèvres)

Présentée et soutenue publiquement le

**Contribution à l'étude
de l'acclimatation de l'Homme
et des Vertébrés supérieurs
dans l'Antarctique
et plus spécialement en Terre-Adélie**

Président : M. VERNE, Professeur

788



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1953

THÈSE

N°.....

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean-Robert SAPIN-JALOUSTRE

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris

Né le 9 Juin 1917, à SAINT-VERGE (Deux-Sèvres)

Présentée et soutenue publiquement le



**Contribution à l'étude
de l'acclimatation de l'Homme
et des Vertébrés supérieurs
dans l'Antarctique
et plus spécialement en Terre-Adélie**

Président : M. VERNE, Professeur

1958

DOYEN HONORAIRE :

M. BAUDOUIN.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. BAUDOUIN, BÉNARD (H.), BROCC (P.), CADENAT, CARNOT, CHABROL, CHAMPY, CHEVASSU, DEBRÉ (R.), DELBET, DONZELOT, GASTINEL, GUILLAIN, HALPHEN, HARVIER, LAROCHE (G.), LAUBRY, LEMAITRE, LÉVY-SOLAL, LHERMITTE, LIAN, LOEPER, MARION, MATHIEU, MOCQUOT, MONDOR, MULON, OLIVIER (E.), RICHET (Ch.), SANNIÉ, SÉZARY, TANON, VELTER.

Doyen LÉON BINET.
Membre de l'Institut.
Assesseur JEAN VERNE.

I. — PROFESSEURS :

	MM.
Anatomie	CORDIER.
Anatomie pathologique	DELARUE.
Bactériologie	FASQUELLE.
Biologie appliquée à l'Éducation physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT.
Biologie médicale	FAUVERT (R.).
Cancérologie médicale et sociale	JEAN-BERNARD.
Chimie médicale	JAYLE (M.-F.).
Cliniques chirurgicales	Hôtel-Dieu MENEGAUX.
	Beaujon SICARD (A.).
	Salpêtrière MOULONGUET.
	Cochin QUÉNU (J.).
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ.
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.).
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	DE GAUDART- D'ALLAINES.
Clinique chirurgicale infantile et d'orthopédie	FÈVRE (M.).
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire	MONOD.
Clinique de la Tuberculose	BERNARD (E.).
Clinique de Neuro-chirurgie	PETIT-DUTAILLIS.
Clinique de puériculture	LELONG.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS.
Clinique des maladies du sang	CHEVALLIER.
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE.
Clinique des maladies des enfants	CATHALA.
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET.
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY.
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO.
Cliniques médicales	Hôtel-Dieu BARIÉTY.
	Bichat JUSTIN-BESANÇON.
	Cochin MOREAU.
	Broussais DE GENNES.
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	DEBRAY.
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY- RADOT.
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	BOULIN.
Cliniques obstétricales	Tarnier LANTUÉJOL.
	Baudelocque VARANGOT.
	Port-Royal LACOMME.
Clinique ophtalmologique	RENARD.
Clinique oto-rhino-laryngologique	AUBIN.
Clinique physio-pathologique des problèmes alimentaires	HAMBURGER.
Clinique psychiatrique infantile	HEUYER.
Clinique Rhumatologique et Sociale	COSTE.
Clinique stomatologique	DECHAUME.
Clinique thérapeutique chirurgicale	SÈNÈQUE.
Clinique thérapeutique médicale	LEMAIRE.

Clinique urologique	MM.
Embryologie	FÉY.
Génétique	GIROUD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAMY.
Histologie	SOULIÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	VERNE.
Hygiène et médecine préventive	TURPIN.
Médecine du travail	JOANNON.
Médecine légale	DESOLLE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	PIÉDELIEVRE.
Pathologie chirurgicale	GALLIARD.
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	LAVIER.
Pathologie humorale et immunologie expérimentale	LENÈGRE.
(Chaire à titre personnel).	
Pathologie médicale	MERKLEN.
Pathologie et thérapeutique générales	DECOURT.
Pédiatrie sociale	GARCIN.
Pharmacologie et matière médicale	MARIE.
Physico-chimie médicale (chaire à titre personnel)	HAZARD.
Physiologie	DOGNON.
Physique médicale	BINET (Léon).
Radiologie médicale	STROHL.
Technique chirurgicale	DESGREZ (Henri).
Thérapeutique	PATEL.
	N...

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES ET AGREGES

	MM.		
Anatomie	{ DELMAS, pr. s. ch. DEBEYRE. OLIVIER. CABROL. M ^{lle} GAUTHIER- VILLARS.	Obstétrique	{ GRASSET. LEPAGE. MERGER. MORIN. RAVINA. ROBEY (M.). LE LORIER.
Anatomie patholo- gique	{ BUSSER. GOUYGOU. NEVOT.	Ophtalmologie ..	{ DESVIGNES. BREGEAT.
Bactériologie	{ CHRISTOL (D.). ETTORI, pr. s. ch	Orthopédie	{ JUDET. AUBRY.
Biochimie médic.	{ N... N...	Oto-rhino-laryng.	{ MADURO. CHABAUD.
Biologie médic. .	BOURLIÈRE.	Parasitologie	{ N... ABOULKER.
Dermato-Syphi- ligraphie	DUPERRAT.		{ BAUMANN. GOSSET.
Embryologie	TUCHMANN.		{ LAURENCE. LORTAT-JACOB.
Histologie	{ N... N... N...		{ OLIVIER. POILLEUX.
Hydrologie	CORNET.	Pathologie chirur- gicale	{ VERNE. DEBOST.
Hygiène	{ BOYER, pr. s. ch. DEPARIS, pr. s. ch.		{ MATHEY PIABEAU.
Maladies infec- tieuses	BASTIN.		{ CAUCHOIX. FAUREL.
Médecine légale et du travail ..	{ DÉROBERT, p. s. c. GAULTIER. HADENGUE. ALBAHARY.		{ BARCAT. GERMAIN.
Neurochirurgie .	DAVID.		{ THOMERET. MAURICE.
Neurologie	LHERMITTE.	Pathologie expér	LOEPER.

Pathologie médi- cale	{	BOUDIN.	{	Pédiatrie	JOSEPH.
		CASTAIGNE.			MOZZICONACCI.
		CONTE.			POLONOVSKY.
		DOMART.		Pharmacologie ..	CHEYMOL, p. s. c.
		LAMOTTE.			M ^{lle} LÉVY, p. s. c.
		LAROCHE.		Physiologie	BARGETON, p. s. c.
		MILLIEZ.			PARROT, pr. s. ch.
		PEQUIGNOT.			DEJOURS.
		PERRAULT.		Physique méd. ..	GOUGEROT.
		RAMBERT.			DJOURNO, p. s. c.
Pathologie médi- cale	{	THIEFFRY.	{	Pneumo-Phtisiolo- gie	KREIS.
		TURIAF.		Psychiatrie	PICHOT.
		BRICAIRE.		Psychiatrie infan- tile	MICHAUX.
		ROYER.		Rhumatologie ..	DELBARRE.
		BRISSAUD.			M ^{me} CHAPUT.
		DEROT.		Stomatologie	CERNÉA.
		BOUVIER.			CHASSAGNE.
		MACREZ.		Thérapeutique ..	KUSS.
		WOLFROMM.		Urologie	

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent :

	MM.		MM.		
Clinique chirurgi- cale	{	AMELINE.	{	HAGUENAU, p. s. c.	
		HUGUIER.		KOURILSKY.	
		LÉGER.		MARCHAL.	
		PADOVANI			
		ROUX.		Clinique obstétri- cale	ECALLE.
Clinique médicale	{	RUDLER		MAYER.	
		BROUET.	{	Clinique ophtal- mologique	OFFRET.
		N...		Clinique urologi- gique	COUVELAIRE.
		DREYFUS.			

Secrétaire général de la Faculté J. MOREL.
 Secrétaire M^{lle} CHAINTREUIL.

Conservateur, chargé de la Direction Docteur A. HAHN.
 Conservateur M^{lle} GOICHON.
 Bibliothécaires { M^{les} DUMAITRE, LAURENT, LE NOIR,
 QUIÉVRIEUX.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MON FRERE AINE

A MON ONCLE

Morts pour la France.

A MA MERE

A qui je dois tout.

A MA FEMME CHERIE

A MON FRERE LE DOCTEUR HENRY SAPIN-JALOUSTRE

Chevalier de la Légion d'Honneur

Qui fut aussi mon frère d'armes dans
la Guerre, la Captivité, la Résistance et
l'Armée de la Libération.

A MON TUTEUR ALEXIS CREPEAU

En signe de respectueuse et très grande
affection.

A MES BEAUX-PARENTS

MADAME D. GODDARD

En témoignage de pieux attachement
à sa mémoire.

LE DOCTEUR T.-H. GODDARD, C.B.E.

Agent Consu'aire de la France en Tasmanie

Avec ma filiale affection.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR VERNE

Officier de la Légion d'Honneur

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse.

En témoignage de respectueux attachement.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BOURLIERE

Qui fut mon conseiller avant, pendant
et après l'Expédition et dont l'amitié
m'est particulièrement précieuse.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

Stages :

MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT, *in memoriam*
MONSIEUR LE PROFESSEUR LARDENOIS, *in memoriam*
MONSIEUR LE PROFESSEUR MATHIEU
MONSIEUR LE DOCTEUR RENÉ BENARD

Externat :

MONSIEUR LE DOCTEUR J. MADIER, *in memoriam*
MONSIEUR LE PROFESSEUR LABBE, *in memoriam*
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BOULIN
MONSIEUR LE DOCTEUR JACQUELIN
MONSIEUR LE DOCTEUR CLEISZ
MONSIEUR LE PROFESSEUR COSTE

Internat :

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GATELLIER
MONSIEUR LE DOCTEUR TOUPET
MONSIEUR LE DOCTEUR BOPPE, *in memoriam*
MONSIEUR LE PROFESSEUR MATHIEU
MONSIEUR LE PROFESSEUR BROCC
MONSIEUR LE DOCTEUR CHARRIER
MONSIEUR LE DOCTEUR MICHON

A MESSIEURS LES DOCTEURS CHASTANG, *in memoriam*, BRIAN-
GARFIELD, MOUCHET, ORSONI, ADAM, PADOVANI,
LANCE, POILEUX, HOUDART, FRILEUX, LOYGUE,
DUFOUR, DELINOTTE,

Qui furent aussi mes maîtres pendant
mon Internat dans les Hôpitaux.

A MESSIEURS LES DOCTEURS AUSSANNAIRE, DERIEUX,
GROSSIORD, SAGAUT, TURIAF

Qui furent mes conférenciers d'Exter-
nat et d'Internat.

A MES CAMARADES DE GUERRE

TUES AU COMBAT

A MON CAMARADE J.-A. MARTIN

DE L'EXPEDITION ANTARCTIQUE 1948-1951

MORT A BORD DU « COMMANDANT-CHARCOT »

A MES CHEFS DANS L'EXPEDITION POLAIRE FRANÇAISE

P.-E. VICTOR ET A.-F. LIOTARD

A MES CAMARADES

DE L'EXPEDITION ANTARCTIQUE 1948-1951

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ACCLIMATATION DE L'HOMME ET DES VERTÉBRÉS SUPÉRIEURS DANS L'ANTARCTIQUE ET PLUS SPÉCIALEMENT EN TERRE ADÉLIE

par J. SAPIN-JALOUSTRE,
Expéditions Polaires Françaises
Missions Paul-Emile Victor
Expédition Antarctique 1948-1951.

AVANT-PROPOS.

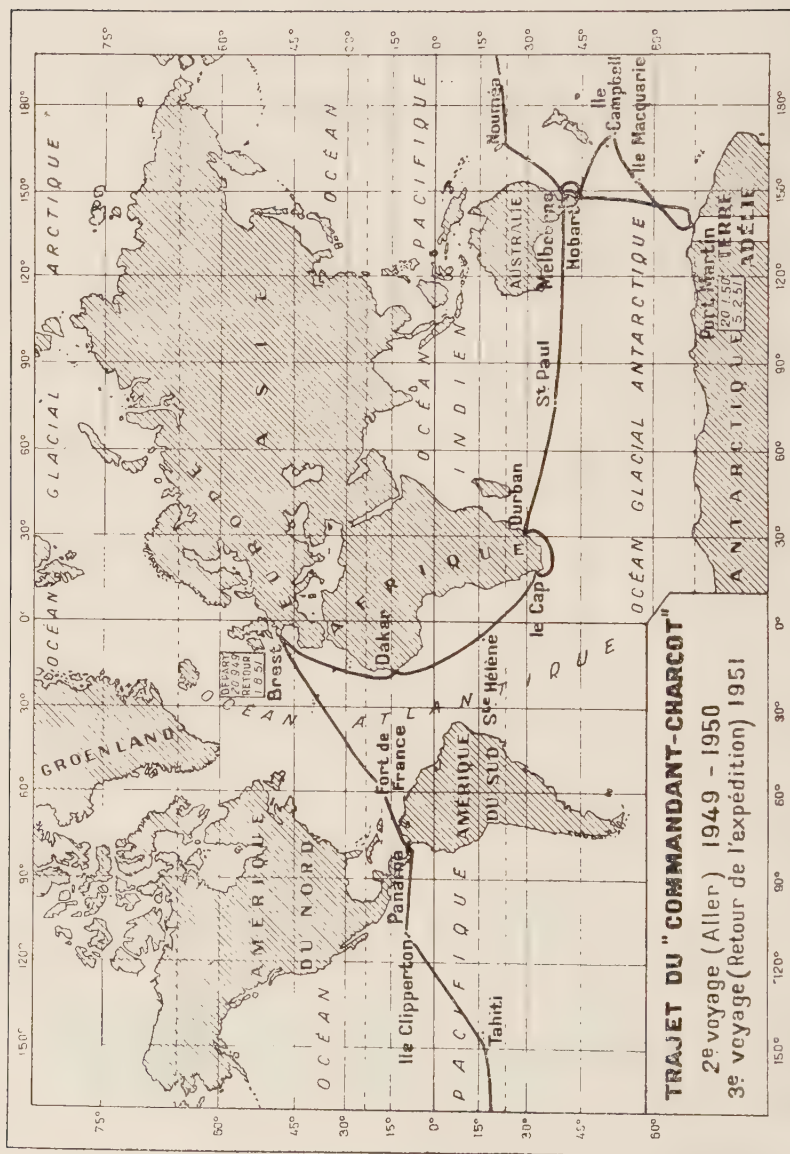
Le 20 janvier 1840, le capitaine de vaisseau Jules-Sébastien-César DUMONT D'URVILLE, commandant une expédition de la Marine Royale française, découvrait sous le cercle polaire antarctique par 140° de longitude Est une côte couverte de glace. Il en prenait possession au nom de la France sous le nom de Terre Adélie (1).

Le 21 novembre 1924, un décret rattachait la Terre Adélie et les îles australes françaises au Gouvernement Général de Madagascar.

Le 1^{er} avril 1938, après des négociations avec la Grande-Bretagne, un décret définissait les limites de la Terre Adélie : « Les îles et les territoires situés au Sud du 60° parallèle de latitude Sud et entre les 136° et 142° méridiens de longitude Est de Greenwich relèvent de la souveraineté française ».

Le 27 février 1947, le Conseil des Ministres, sur un projet étudié par Paul-Emile VICTOR, donnait son accord à l'organisation de deux expéditions scientifiques, l'une au Groenland, l'autre en Terre Adélie. L'organisation en était confiée à P.-E. VICTOR qui fondait les Expéditions Polaires Françaises (Missions P.-E. VICTOR).

(1) Le nom de Terre Adélie fut choisi en l'honneur de Madame DUMONT D'URVILLE dont le prénom était Adèle.



1. Deuxième voyage de la Première Expédition Antarctique Française en Terre Adélie 1948-1951. Voyage effectué entre le 20 septembre 1949 et le 2 juin 1951 à bord du « Commandant Charcot ».
 Carte Expéditions Polaires Françaises.

Le 18 janvier 1950, après une tentative infructueuse au cours de l'été austral précédent, la première expédition (Expédition Antarctique 1948-1951) composée de 11 hommes et commandée par A.-F. LIOTARD, débarquait sur la côte de la Terre Adélie française (1), et installait à Port-Martin, par 66°49 Sud et 141°24 Est la première base française sur le continent antarctique (2).

Le navire « Commandant Charcot » armé par la Marine Nationale, qui avait amené l'expédition, quittait Port Martin le 8 février 1950.

Le 9 février 1951, le « Commandant Charcot » était de retour à Port-Martin. Une deuxième expédition (Expédition Antarctique 1950-1952), commandée par M. BARRÉ et comprenant 17 membres, prenait la place de la première expédition. Cette dernière réduite à 9 hommes car deux de ses membres étaient restés pour une seconde année à Port-Martin dans le cadre de la Deuxième Expédition, quittait la Terre Adélie le 5 février 1951.

Le 1^{er} juin 1951, l'Expédition Antarctique 1948-1951 était de retour en France, après deux voyages de 50.000 kilomètres, 14 mois de mer, 15 mois en Terre Adélie ou dans la banquise devant la côte.

Ce sont les observations effectuées au cours de cette Expédition Antarctique 1948-1951 qui font l'objet du présent travail.

(1) Personne n'avait débarqué en Terre Adélie depuis que les hommes de DUMONT D'URVILLE avaient pris pied pour quelques heures sur un îlot en 1840. Mais l'Australien D. MAWSON a établi une base en 1912 et hiverné deux fois à Cap Denison à une trentaine de kilomètres à l'Est de la frontière Est de la Terre Adélie.

(2) Les deux hivernages de J. B. CHARCOT dans l'Antarctique ont eu lieu à bord de son navire « Le Français » en 1903-1905. Le « Pourquoi-Pas » en 1908-1910.

INTRODUCTION.

Le climat est défini dans le Larousse : « Ensemble de circonstances géographiques et atmosphériques auxquelles un pays est soumis », mais en fait ce sens a été considérablement élargi et l'on parle de climat psychologique, familial ou social. On peut alors considérer le climat comme l'expression complète, intégrale du milieu dans lequel vit un organisme. C'est ce sens large qui sera accepté ici. Le Climat ainsi envisagé englobe avec les facteurs météorologiques proprement dits, les facteurs physiques, biologiques, psychologiques qu'un être vivant doit subir ou utiliser.

L'acclimatation, dans le même Dictionnaire Larousse est « l'action d'accoutumer artificiellement un organisme à un nouveau climat ». Le mot « *acclimatement* » doit être réservé pour désigner « l'état de ce qui est acclimaté », ou « l'évolution spontanée par laquelle un organisme se met en harmonie avec un milieu nouveau ». Dans ce deuxième sens, l'acclimatement serait une acclimatation naturelle. Le mot *acclimatation* comme le mot *climat* sera pris dans son sens le plus large. L'acclimatation sera définie comme l'ensemble des réactions de tous ordres d'un organisme pour subir ou utiliser un climat donné. Elle représente la somme des adaptations immédiates et lointaines de cet organisme aux différents facteurs du climat.

Le but de cette étude est donc d'essayer de montrer comment, par quels moyens, quelques Vertébrés supérieurs (et l'homme en particulier) tous prisonniers d'une homéostasie rigoureuse, peuvent survivre, et même s'adapter, s'acclimater dans les conditions si particulières et si défavorables du climat de Terre Adélie.

Au point où en est notre connaissance de l'Antarctique, découvre-t-il y a 130 ans, vierge encore pour plus des 9/10^e de sa surface, ne possédant pas encore d'établissement humain vraiment permanent, il est bien évident que cette étude sera extrêmement fragmentaire et sans aucun caractère définitif.

Ainsi envisagé, ce travail se divise naturellement en trois parties.

1) *Une étude succincte des éléments multiples du climat de Terre Adélie*, le mot *climat* étant pris dans le sens large précédemment défini.

2) *L'Acclimatation elle-même ou acclimatation physiologique*, ensemble des moyens naturels ou artificiels mis en œuvre par les Vertébrés supérieurs pour vivre dans le climat précédemment étudié. Ce Chapitre comprendra en particulier l'hygiène polaire humaine.

3) *La pathologie de l'acclimatation* correspondant aux limites, aux insuffisances ou aux « erreurs » de l'acclimatation. Elle comprend en particulier la pathologie humaine polaire antarctique.

Suivi à la lettre, ce plan amènerait à construire une encyclopédie complète de la vie et de tous les phénomènes biologiques de Terre

Adélie. Nous n'en avons pas le dessein ni les moyens. Aussi la plupart des notions de biologie générale, de physiologie générale et humaine, quel que soit leur intérêt, seront-elles seulement mentionnées et parfois même omises quand elles ne présentent pas de rapport particulier avec les faits proprement antarctiques. Par contre, les observations des deux campagnes antarctiques et les considérations médicales pratiques seront développées plus longuement.

PREMIERE PARTIE.

GÉNÉRALITÉS.

L'Antarctique et la Terre Adélie.

Beaucoup de géographes utilisent le mot Antarctique pour désigner l'ensemble des régions polaires australes, et réservent le nom d'Antarctide au continent antarctique lui-même.

Avant d'essayer de définir le milieu, le « climat » antarctique (au sens accepté pour ce mot), en passant très rapidement sur la géographie proprement dite et en appuyant au contraire sur les conditions météorologiques et les faits biologiques, il a paru important d'insister sur trois remarques préliminaires :

L'Antarctide est un 6^e continent, d'une superficie évaluée à 14.000.000 de kilomètres carrés (Europe et U.S.A. réunis).

Cette énorme partie de la surface émergée du globe n'a été découverte que très récemment, en 1820 semble-t-il, par l'expédition russe de Von BELLINGSHAUSEN. A part quelques points sur la côte et quelques tracés de raid, c'est un continent vierge qui a échappé à la connaissance et à l'influence de l'homme.

Dans l'état actuel des recherches, on peut admettre que toute vie est éteinte sur une aire immense centrale. Le continent antarctique est la seule partie du globe qui puisse être considérée comme azoïque pour une large proportion de sa surface (1).

Notions de géologie et de géographie.

L'Antarctide est donc un continent massif, deux fois plus grand que l'Australie, grossièrement circulaire, centré sur le Pôle Sud et présentant deux profondes échancrures, la Mer de Weddell dans le Sud de l'Atlantique, la Mer de Ross dans le Sud du Pacifique (Carte n° 2).

(1) Voir à la fin de la première partie l'hypothèse de MAC LEAN, p. 57.

fossiles ont permis de dater certaines formations : Cambrien, Devonnien (Poissons fossiles), Glossopteris du Permien accompagnant des veines de charbon en Terre Victoria, au glacier Beardmore par 85° de latitude Sud (1) et en Terre du Roi Georges V dans l'Est de la Terre Adélie. La série s'arrête au Trias.

Entre le Jurassique et le début du Tertiaire se placent des intrusions de dolérites et une série de grandes cassures aboutissant à la formation de la mer de Ross. Ces failles dont le rejet atteint 3.000 mètres sont jalonnées de volcans. L'un d'eux, le mont Erebus qui dépasse 4.000 mètres d'altitude, était en activité au début du siècle.

Cette Antarctide de l'Est est considérée comme un des éléments, sans doute même l'élément central du continent de Gondwana. La nature des roches parfois très particulières (granits à hypersthène ou charnocites), la présence des Glossopteris, les ressemblances des flores et des faunes des terres de l'hémisphère Sud, permettent d'affirmer que l'Antarctide de l'Est, le Brésil, l'Afrique du Sud, l'Inde, l'Australie, sont des fragments de l'ancien continent de Gondwana et ont été, à un moment donné, réunis. La séparation actuelle est-elle le fait d'une dérive des continents (théorie de WEGENER) ou de l'effondrement d'énormes portions de l'aire Gondwanienne (théorie des ponts inter-continentaux) ? Ce problème reste irrésolu.

L'Antarctide de l'ouest a une origine absolument différente. On y trouve des roches sédimentaires, les plus anciennes primaires sans doute, des formations jurassiques, crétacées et du début du Tertiaire ; des roches éruptives datant de la fin du Secondaire et du début du Tertiaire. L'ensemble réalise des montagnes plissées qui sont considérées comme un prolongement des Andes. ARCROWSKI, le géologue de l'Expédition de Gerlache (1897-1899) avait d'ailleurs créé le mot Antarctandes pour désigner les montagnes de la Terre de Graham dans l'Antarctide de l'Ouest ou Antarctide Sud-Américain.

Dans les deux antarctides, des fossiles prouvent qu'une flore des pays chauds a existé sur ce continent aujourd'hui glacé. Il ne semble pas que les refroidissements et réchauffements généraux soient une explication universelle. Les géologues envisagent soit un déplacement important des pôles (que les astronomes refusent d'admettre), soit la dérive continentale.

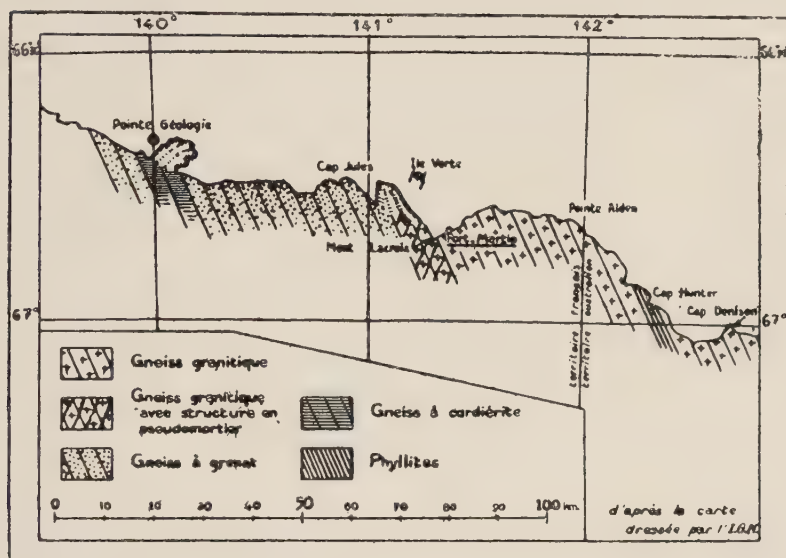
La géologie de la Terre Adélie est relativement simple au point de vue stratigraphique.

Toutes les roches recueillies en place, *dans les affleurements* sur la côte et en cours de raids, sont des gneiss et des granits du socle précambrien (gneiss porphyroïdes foncés et gneiss clairs à grains homogènes, riches en amphiboles, anatexites, etc...).

Dans les moraines, on trouve les grès de Beacon dont l'âge varie

(1) On a en effet retrouvé dans la tente de SCOTT avec les 3 cadavres (SCOTT, WILSON, BOWERS) les lourds échantillons géologiques recueillis pendant le raid au Pôle Sud et que les 3 hommes, malgré leurs forces décroissantes, n'avaient pas voulu abandonner.

du Cambrien au Trias des gneiss et des granites très amphiboliques (Carte n° 3) (1).



3. Carte géologique de la côte de Terre Adélie in HEURTEBIZE, C. R. Acad. Sci., 1952.

Géographie.

La Géographie de l'Antarctide commence à être connue dans ses grands traits, en grande partie grâce aux explorations aériennes récentes.

De grands plateaux constituent une fraction importante du continent et le Pôle Sud lui-même se trouve sur un plateau central à 3.000 mètres d'altitude.

Des montagnes puissantes, rebord du bouclier continental, s'allongent sur plus de 2.000 km le long du bord Ouest de la Mer de Ross (Terre de la Reine Victoria), puis vers le Sud-Est (Montagnes de la Reine Maud). Leur altitude moyenne est de 4.000 mètres et certains sommets dépassent 4.500 mètres.

Dans l'Est de la Mer de Ross, les avions des expéditions américaines ont découvert d'autres chaînes montagneuses (Mont Rockfeller, Mont Edsel Ford, Mont Hal Floos, Executive Committee Range) qui atteignent 6.000 et 7.000 mètres. Dans l'Antarctide de l'Ouest, la Terre de

(1) D'après ROCH (E.), 1948 — HEURTEBIZE (G.), 1952.

Graham offre sur un front de 1.000 km l'aspect d'une chaîne alpine envahie par la mer.

Des volcans s'élèvent le long de la grande cassure de la Mer de Ross, l'Erebus et le Terror, dans l'île de Ross, l'archipel des Balleny au large du Cap Adare, mais aussi en Terre de Guillaume II (Gausberg) et dans les Antilles Australes.

Mais le fait géographique essentiel c'est que le continent est pour 95 % de sa surface recouvert d'une calotte glaciaire, d'un inlandsis dont l'épaisseur peut être évaluée à 3.000 mètres dans certaines régions.

Cet appareil glaciaire, de très loin le plus important du globe, déborde très souvent le continent lui-même et forme un faux rivage glaciaire flottant ou non. Il réalise ainsi des « barrières de glace » comme la barrière de Ross dont la surface dépasse 500.000 km² des côtes de glace en falaises, des langues de glace (shelf ice, ice-tongues) de grandes dimensions prolongeant dans la mer les immenses glaciers continentaux. De ces côtes de glaces naissent les icebergs. Tant du fait de son relief propre que de l'existence de la calotte glaciaire, l'Antarctide se trouve être le continent dont l'altitude moyenne est la plus forte. On l'estime à plus de 2.000 m.

Les dernières Explorations aériennes américaines (1947) ont découvert plusieurs « oasis » et lacs d'eau libre à l'intérieur du continent, notamment en Terre de la Reine Mary et à proximité de la Mer de Ross. Ces constatations étranges qui demanderaient à être précisées, n'ont pas reçu d'explication. Ces lacs, colorés en bleu, sans doute par des algues, amèneront peut-être à réviser la conception azoïque du centre du continent antarctique.

La Terre Adélie dans la faible partie explorée est formée d'un plateau de glace descendant vers la mer (Carte n° 4).

L'altitude est de 1.000 m à 45 km de la côte, de 500 m à 10 ou 15 km. D. MAWSON, dans l'Est à découvert des nunataks rocheux émergeant de la glace et affirmé l'existence d'un plateau ondulé. Aucun nunatak n'a été trouvé en Terre Adélie française jusqu'à présent.

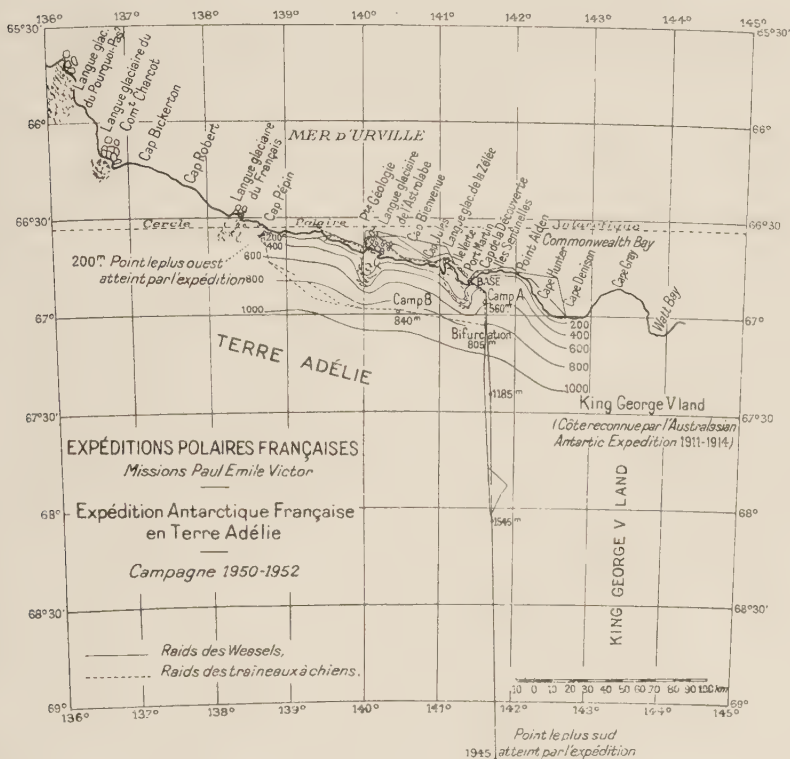
Ce plateau est parcouru par 5 grands glaciers se terminant dans la mer en 5 langues de glaces. Le glacier Ouest de la Terre Adélie, serait, d'après BYRD, le plus grand glacier du monde. Les glaciers de Terre Adélie ont les particularités de la plupart des glaciers antarctiques : grande largeur par rapport à leur longueur, rives de glaces et non pas de rochers, fond de glace également sans doute dans certains cas, pente moyenne habituellement faible.

La côte de Terre Adélie dont la partie Ouest est encore inconnue, possède une longueur de 320 km environ selon son tracé actuel sur la carte. En dehors des 5 langues de glace précédemment citées, elle est formée par des falaises de glaces dessinant de larges baies. Selon les mesures de P. PERROUD (1953), en 1951 la calotte glaciaire avancerait de 0 m 20 à 0 m 80 par mois, les glaciers de 0 m 90 par jour.

Les affleurements rocheux côtiers sont de petites croupes peu élevées (l'altitude maximum des rochers explorés est de 45 m) formant

des caps surmontés souvent d'une moraine, en général prolongés en mer par quelques îlots découpés. Sont ainsi connus d'Est en Ouest : Cap Découverte, Cap de Margerie (Port-Martin), Mont Lacroix, Cap Jules, Pointe Géologie et Rocher X.

Cet ensemble de quelques kilomètres carrés représente toutes les surfaces rocheuses actuellement découvertes en Terre Adélie.



4. Région côtière de la Terre Adélie, après les travaux des Expéditions Polaires Françaises (1^{re} et 2^e Expédition).
Carte Expéditions Polaires Françaises.

La glace de mer, banquise ou pack-ice (ou en abrégé : pack) fait réellement partie d'avril à janvier de la Terre Adélie elle-même. Atteignant 1 m 50 d'épaisseur, elle prolonge sur une distance variable suivant les points et les années mais souvent supérieure à 100 km, le plateau continental. Noyant les îles, emprisonnant les icebergs et les langues des glaciers, elle n'est séparée de la côte que par des zones

de glace de pression ou d'étroites crevasses de marées qui ne constituent pas un obstacle pour les animaux antarctiques.

L'état actuel de la glaciation antarctique qui fut naturellement maximum à l'époque glaciaire peut être considéré comme un état de stabilité relative. On a noté un recul de 30 à 40 miles de la barrière de Ross entre 1841 et 1901, mais au contraire une avance de 10 miles entre 1902 et 1911.

D'autre part, le tracé de côte de DUMONT D'URVILLE en Terre Adélie, la position des moraines sur les caps, sont en faveur d'une régression minime.

CHAPITRE I.

LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES
EN TERRE ADÉLIE.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Un géographe (Vidal LABLACHE) a pu définir ainsi le climat antarctique : « Aire anticyclonale, grand centre d'action atmosphérique d'où il sort des vents d'Est d'origine polaire ». Cette formule trop schématique a du moins l'intérêt de montrer l'importance de l'Antarctique dans la météorologie générale.

Comme il est légitime de le prévoir, les conditions météorologiques varient considérablement suivant les secteurs de l'Antarctique, l'altitude et la distance à la côte ; mais il est pourtant possible de caractériser un climat antarctique et de le comparer au climat arctique beaucoup mieux connu.

La caractéristique essentielle, fondamentale, du climat antarctique est la rigueur des étés entraînant une température moyenne très basse.

MEINARDUS (1938) estime que la *température moyenne d'été* est inférieure à 0°C sur une surface de 21.000.000 de km² dans l'Antarctique, alors que le même fait existe sur 800.000 km² seulement dans l'hémisphère Nord.

Dans la région du pôle, la *moyenne d'été* calculée d'après les chiffres recueillis par AMUNDSEN et par SCOTT et ramenée au niveau de la mer, suivant la formule de MOHN, serait de —11° alors qu'elle est de —0°8 pour la région homologue de l'hémisphère boréal.

La *moyenne de juillet* pour la même région du pôle Sud, toujours d'après MEINARDUS, serait de —42°, température ramenée au niveau de la mer (AMUNDSEN a enregistré effectivement dans la baie des Baleines une moyenne d'août de —44° au niveau de la mer).

La *moyenne annuelle* montre aussi une différence importante entre le Nord et le Sud. A l'île de Ross par 78° de latitude Sud, la moyenne annuelle enregistrée fut de —17°4 et à Framheim sensiblement sur le même parallèle, —25°8. MEINARDUS estime que la région la plus froide du continent antarctique subit une moyenne annuelle inférieure à —30°C. Dans le Nord, le classique pôle du froid Verkoïansk en Sibérie accuse une moyenne annuelle de —17°4 seulement, et la partie con-

TABLEAU I.

Tableau des moyennes mensuelles de température dans 3 secteurs de l'Antarctique.

1) Secteur de la Terre Adélie. —	Port Martin	(66.49 S,	141.24 E)
	Cap Denison	(67.00 S,	142.40 E)
2) Secteur de la Mer de Ross. —	Cap Evans	(77.37 S,	166.20 E) (Mac Murdo Sound)
	Framheim (Baie des Baleines)	(78.36 S,	163.45 W)
	Petite Amérique (id)	(78.29 S,	163.57 W)
3) Secteur de la Mer de Weddell. —	Snow Hill	(64.15 S,	56.49 W)

Stations	Année	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sépt.	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle	Minimum
Terre Adélie.															
	1950		5.9	11.4	15.1	16.7	18.6	16.9	18.8	17.4	13.8	6.7	2.4	12.0	— 34.4
	1951	1.2	5.2	10.1	16.6	15.2	20.1	21.0	17.7	20.9	12.1	5.1	2.5	12.3	— 35.0
Mer de Ross.															
	1912-13	0.9	4.4	10.9	16.6	18.2	20.2	19.6	18.0	18.4	15.0	8.2	2.9	12.8	— 33.5
Mer de Weddell.															
	1911-12	5.9	7.4	13.8	18.3	23.8	25.3	29.4	29.3	26.5	19.7	10.9	5.6		
	1911-12	26.8			27.2	35.6	34.2	36.1	44.4	36.9	23.6	14.7	29.4		
	1940-41	7.1	14.2	22.6	29.5	31.5	27.8	39.4	39.1	38.9	25.8	17.1	7.3	25.0	— 60
Snow Hill															
	1902-03	0.9	3.6	10.3	13.8	18.2	19.7	20.8	19.2	15.6	9.5	8.1	2.0	11.8	

Les températures en degrés centigrades sont toutes négatives et ont été enregistrées au niveau de la mer. Les chiffres sont extraits des comptes rendus des Expéditions. Ils mon trent que la Terre Adélie est favorisée au point de vue température. Les chiffres recueillis par AMUNDSEN à Framheim sont particulièrement impressionnants.

siderée actuellement comme la plus froide de l'Arctique, dans la mer polaire au Nord du Continent Américain, fournit le chiffre de $-19^{\circ}2$.

Il est donc possible de conclure :

1) le pôle du froid se trouve non pas dans l'Arctique, mais sur le Continent Antarctique.

2) Le climat Antarctique ne présente pas d'été réel, les maximums de température sont très bas, la moyenne annuelle peut, en gros, être estimée inférieure de 10°C à celle de la latitude symétrique dans l'hémisphère Nord.

Les différents facteurs du climat de Terre Adélie (1) seront successivement envisagés. Certains n'ont pas été étudiés. Les autres nous sont connus grâce à 4 années d'enregistrement et d'observations : les deux hivernages des Expéditions Polaires Françaises à Port-Martin (en 1950 et 1951), les deux hivernages de l'Expédition Australienne de Sir Douglas MAWSON (en 1912 et 1913) à Cap Denison dans une région très semblable et très voisine (60 km).

Il faut insister tout de suite sur le point essentiel qui conditionne la rigueur du climat : la Terre Adélie est une des régions les plus venteuses, sinon la région la plus venteuse du globe.

II. — LA TEMPÉRATURE.

Si l'on compare les moyennes mensuelles de températures obtenues dans le secteur de la Terre Adélie, soit à Port Martin en 1950-51, soit à Cap Denison en 1912-1913, avec les moyennes d'autres stations polaires, on peut être frappé par les chiffres relativement élevés à Port Martin. *Les températures de Terre Adélie ne sont pas des températures très basses* (Tableau I). Il faut sans doute attribuer ce fait à deux causes :

— la latitude de Port Martin qui se trouve à peine au Sud du cercle polaire (il existe de nombreuses villes au Nord du cercle polaire arctique),

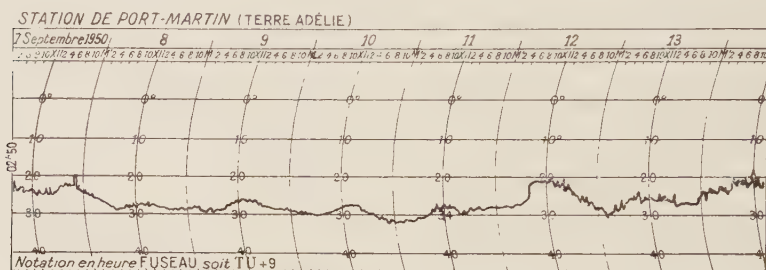
— le réchauffement de l'air qui se comprime en descendant la pente du plateau.

La température à Port Martin *reste bien typiquement antarctique*, puisque même en été elle n'est pratiquement jamais positive, mais les minimas ne sont jamais très bas, ne dépassant pas -35°C (Figure 5). Les mois les plus froids sont juin et juillet, le mois le plus chaud est janvier. *L'amplitude de la variation annuelle* (différence entre les moyennes du mois le plus chaud et de celles des plus froids, est de 20° environ. A Lorient elle est de 12° et à Paris de 16° , elle atteint 20° dans les Alpes).

Nous verrons d'ailleurs ultérieurement que la température elle-

(1) On n'envisage évidemment que le climat côtier, le plateau n'ayant pas encore été étudié.

même joue un faible rôle dans la rigueur du climat et dans le refroidissement des homéothermes en Terre Adélie.



5. Courbe du thermomètre enregistreur de l'abri météorologique de Port-Martin. Hiver 1950. Document O.N.M.

III. — L'HUMIDITÉ.

L'humidité est d'une mesure difficile aux basses températures. Au psychromètre, les différences entre le thermomètre sec et le thermomètre mouillé (ou plutôt gelé) (1) sont extrêmement faibles. Quelques dixièmes de degrés font varier d'une manière importante l'humidité relative (2).

L'hygromètre à cheveu est facilement dérégulé, d'une précision relative et d'une mise en équilibre souvent lente. D'après H. BOUJON (1952), météorologiste de notre Expédition, il « indique des mesures voisines de l'humidité calculée, seulement si la température est inférieure à -25° C et l'humidité relative au-dessous de 50 % ».

Compte tenu de ces remarques, l'humidité relative est de 100 %, dans tous les blizzards denses (3), mais souvent le chiffre est entre 60 et 80 %, il peut descendre par beau temps clair à 40 %, 30 % et MAWSON a même enregistré 18 % en décembre 1913.

Mais cette notion d'humidité relative n'a, en fait, qu'une signification très restreinte au point de vue biologique aux basses températures. En effet, l'humidité absolue, c'est-à-dire le poids d'eau contenu par unité du volume d'air est très faible, même à saturation aux températures considérées.

Les tables météorologiques donnent par exemple les chiffres suivants :

(1) Les météorologistes définissent une tension de vapeur au-dessus de la glace et une tension de vapeur au-dessus de l'eau en surfusion. Mais dans une étude climatologique il est légitime de ne pas tenir compte des différences qui sont faibles.

(2) Il existe une nouvelle définition météorologique d'humidité relative à partir des « rapports de mélange ». On peut conserver l'ancienne dans le cadre de ce travail : rapport de la tension de vapeur actuelle à la tension de vapeur saturante à la même température.

(3) La nuit entre deux observations météorologiques, l'ascension de l'hygromètre indiquait le début d'un blizzard.

Grammes d'eau par kg d'air pour l'état de saturation

36°5	405 g
20	150
10	78
00	38
—10	18
—20	7,8
—35	2

L'air saturé des basses températures de Terre Adélie contient en valeur absolue beaucoup moins d'eau, par unité de volume, que l'air de la France en été, ou l'air d'un désert tropical.

Les homéothermes, et l'homme en particulier, soit dans le micro climat où se trouvent leurs téguments (duvet, fourrure, climat sous-vestial) soit dans leurs voies respiratoires, n'utilisent pas l'air antarctique à la température atmosphérique. Cet air est immédiatement et considérablement réchauffé. De ce fait, la quantité d'eau qu'il contient restant la même, son humidité relative devient extrêmement basse.

La notion d'humidité physiologique introduite par les climatologues et les médecins pour juger des « possibilités d'évaporation » d'un organisme rend très bien compte de ce phénomène.

L'humidité physiologique est définie par le rapport

$$\frac{e}{E_{36,5}} = \text{tension de vapeur réelle dans l'air}$$

$$E_{36,5} = \text{tension de vapeur à saturation sous la température de } 36,5.$$

On peut par exemple calculer l'humidité physiologique moyenne annuelle à Paris et en Terre Adélie pour comparaison :

A Paris :

Température moyenne annuelle	10°
Humidité relative moyenne annuelle	78,7 %
e =	9,8 millibar
$E_{36,5}$ =	31 » (1)
Humidité physiologique moyenne	16
	100

En Terre Adélie :

Température moyenne annuelle	— 12°
Humidité relative moyenne annuelle de 1912	
(MAWSON)	67,3 %
e =	1,5 millibar
$E_{36,5}$ =	61 »
Humidité physiologique moyenne	2,5
	100

(1) Chiffres des abaques de l'O.N.M.

On voit donc que sur des moyennes annuelles l'humidité physiologique en Terre Adélie est 6 fois 1/2 plus faible qu'à Paris.

Le facteur hygrométrique qui joue si largement sur la perte de chaleur, la régulation thermique, la sensation de confort dans les régions tempérées et chaudes devient négligeable en Terre Adélie.

On est donc autorisé à conclure :

A cause du très faible poids d'eau par unité de volume d'air saturé à basse température d'une part, à cause du réchauffement de l'air par les homéothermes pour leur utilisation, d'autre part :

l'humidité de l'air joue en Terre Adélie un rôle très faible dans les échanges thermiques,

les homéothermes vivent et respirent quelle que soit l'humidité relative dans un air extrêmement sec.

IV. — LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

Avec les éléments que nous possédons à l'heure actuelle, on peut dire que les deux caractères principaux de la pression atmosphérique sur la côte de Terre Adélie au niveau de la mer sont :

les variations brutales de la valeur de cette pression,
la possibilité et même la fréquence de pressions très basses.

Le minimum enregistré à Port Martin en deux ans fût de

	926,9 millibars
soit	695,2 m/m de mercure.

le maximum 1030 millibars

soit	772,5 m/m de mercure.
------------	-----------------------

Dans certaines situations météorologiques caractérisées par l'arrêt subit du vent (spontanément désignées à cause de leur caractère incompréhensible sous le nom de « phénomène » par les hommes de l'Expédition) des crochets barométriques habituellement positifs atteignaient 4 millibars, soit 3 m/m de mercure. Ils se produisaient à une vitesse que l'inertie de l'appareil ne permettait pas d'enregistrer. Ils correspondaient pour l'organisme à une dénivellation brusque de 40 m environ et provoquaient chez certains sujets les sensations auriculaires des brusques variations d'altitude.

V. — UN CERTAIN NOMBRE DE FACTEURS DU CLIMAT SONT ENCORE PEU ÉTUDIÉS OU MAL DÉFINIS.

La nébulosité et la durée d'insolation sont des éléments dont il est difficile de préciser la valeur et l'importance dans le climat de Terre Adélie avant la publication d'observations météorologiques à ce sujet.

A Port Martin, un peu au Sud du cercle polaire, la durée réelle du jour était augmentée par rapport à la durée astronomique du fait d'une réfraction importante qui relevait le soleil au-dessus de l'horizon. Dans ces conditions, même au solstice de juin, le soleil était visible

à midi au ras de l'horizon et il donnait quatre heures environ de lumière. La lumière était perpétuelle de novembre à fin février.

Mais le blizzard au sol et dans les basses couches de l'atmosphère rend le ciel invisible pendant plus de la moitié de l'année et gêne les enregistrements héliographiques.

Les précipitations sont mal définies. La pluie n'existe évidemment jamais, pas plus que le brouillard. La neige en flocons et en cristaux classique telle qu'on l'observe dans les régions tempérées n'a pratiquement jamais été observée. Par contre la glace en petits grains, transportée par le vent et formant le *blizzard*, élément capital du climat, atteint des valeurs énormes. Son origine n'est pas élucidée : neige déposée au sol dans le Sud et soulevée par le vent, ou neige tombante entraînée avant d'avoir touché le sol. Elle ne s'accumule que sous le vent des obstacles en formant des congères plates et très longues de névé dur.

Les phénomènes d'électricité atmosphérique sont encore peu connus mais paraissent importants.

MAWSON en 1912 et 1913 avait noté des manifestations électriques intenses : décharges électriques avec phénomène d'aigrette sur les pointes, feux de St-Elme, charges électriques importantes sur les antennes radios dans le blizzard, etc... Un électroscope placé dans le toit de la base se chargeait rapidement, les sommets des rochers portaient parfois des lueurs bleues, des étincelles jaillissaient entre les doigts du météorologiste et les appareils enregistreurs chargés par le blizzard.

Les deux Expéditions Françaises n'ont pas observé de feux de Saint-Elme, ni d'illuminations de rochers. Mais les charges électriques sur les antennes radios pouvaient atteindre plusieurs milliers de volts et une bougie de moteur s'allumait parfaitement entre une antenne et une masse métallique de la base (HARDERS M. 1953). Les « parasites » par fort blizzard rendaient la réception impossible.

Des enregistrements de charges électriques provoquées par le blizzard sur les antennes ont été pratiqués en 1951 (BARRÉ M. 1952). La corrélation avec les vitesses du vent n'est pas très étroite et la température semble avoir une influence. Les charges seraient positives en cas de chute de neige, notamment pendant l'hiver et négatives en cas de chasse-neige soulevé du sol (BARRÉ M. 1952).

Le champ électrique atmosphérique, la conductibilité, l'ionisation de l'air, la composition chimique de l'air, les corpuscules morts ou vivants de l'atmosphère, les facteurs cosmiques et telluriques n'ont pas encore été étudiés.

Le magnétisme mérite une mention particulière puisque le pôle magnétique se trouve actuellement à proximité immédiate de la côte de Terre Adélie. Pour le 1^{er} janvier 1952, MAYAUD P. N. (1953) a fixé sa position :

68°07 S

143°0 E

point placé à 110 km environ dans le Sud Est de Port-Martin. D'après

le même auteur, les éléments du champ magnétique de Port-Martin ont les valeurs suivantes :

$$\begin{array}{l} X = + 845 \gamma, V = 646 \gamma, Z = - 69175 \gamma \\ H = 1063 \gamma, D = 37^{\circ} 24'E, I = 89^{\circ} 06'S \end{array}$$

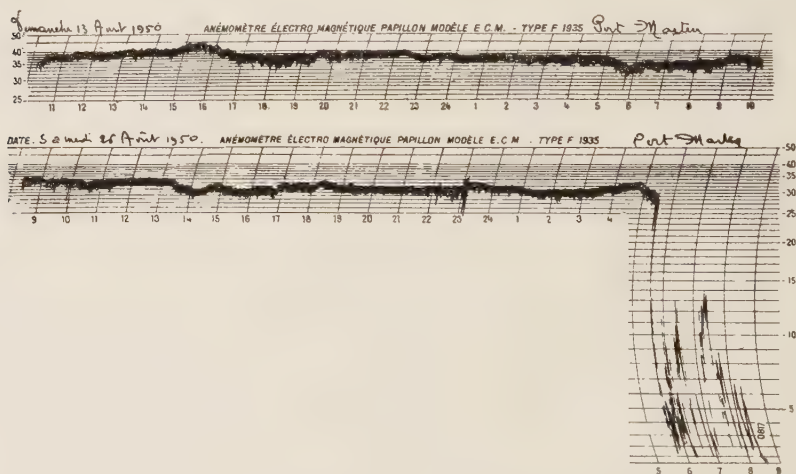
VI. — LE VENT ET LE BLIZZARD.

L'Australien MAWSON, le chef de l'unique expédition qui, avant 1950, avait hiverné dans le secteur de la Terre Adélie, choisit comme titre du livre relatant l'expédition : « The Home of the Blizzard » et réclama pour cette partie de l'Antarctique les records de vent sur le globe.

Le vent, non seulement atteint en effet en Terre Adélie des vitesses extrêmes, mais encore y souffle tout au long de l'année avec une incroyable fréquence.

Des vitesses de 220 km/h ont été mesurées à plusieurs reprises et les météorologistes pensent que les rafales dépassent parfois 240 km/h, vitesse que l'inertie des appareils ne permet pas d'enregistrer.

Il est possible d'autre part d'observer un vent au-dessus de 100 km/h pendant 5, 8 et 10 jours.



5 bis. Courbes de l'anémomètre enregistreur électromagnétique. Hiver 1950. Document O.N.M.

Outre la *violence* et la *durée*, le vent de Terre Adélie a une 3^e caractéristique : la quasi *constance de sa direction*. Il souffle pratiquement constamment du secteur Sud-Est. Les vitesses et les durées des tempêtes ont leur maximum en automne et en hiver, mais même en été les grands vents sont extrêmement fréquents.

La quatrième caractéristique des vents de Terre Adélie est la *soudaineté de leur début et de leur arrêt*. En quelques minutes le vent

passé de 0 à 120 km/h. De même, il tombe parfois brutalement de 100 km/h à 0 (Figure n° 5 bis).

Pendant l'hiver, cet arrêt brusque du vent, après des jours ou des semaines de tempête continue, accompagné d'un crochet barométrique, réalisait un calme soudain absolu et inquiétant qui pouvait durer quelques minutes ou 24 heures. Cet état instable qui créait un véritable petit malaise psychique fut baptisé spontanément : « le phénomène » par les membres de l'Expédition.

Les effets des grands vents de Terre Adélie *sont considérablement aggravés* par le fait que, sauf pendant quelques semaines d'été, ces vents *transportent une quantité considérable de glace, sous forme de petits grains et constituent le Blizzard.*

Le *Blizzard* est une suspension de grains de glace dans un courant d'air. Les grains sont arrondis ou irréguliers en petites balles qui mesurent 100 à 200 μ de diamètre comme les microphotographies de Boujon Pont montré. Ce milieu nouveau, phase solide de glace, dispersée dans l'air, réalise une sorte de fleuve opaque et blanc dont les effets multiples et très particuliers sont encore peu étudiés.

La *possibilité de pénétration* est extrême du fait de la légèreté des grains qui, dans le moindre mouvement d'air ne suivent plus la pesanteur. Par un trou minime, le blizzard emplit une construction, il pénètre dans la fourrure des chiens dans le duvet des poussins de Manchots, à travers le moindre orifice de l'équipement de l'homme (sauf si une contre-pression réalise un mouvement d'air inverse).

La *visibilité* est abaissée parfois à 1 mètre à peine.

Les *effets cinétiques et de pression* sont certainement très importants et dépendent de la densité de la suspension « blizzard dans l'air ». Rappelons seulement que, même sans blizzard, les pressions exercées par le vent deviennent rapidement importantes quand la vitesse croît :

76 km/h : 54 kg par m²

112 km/h : 141 kg par m²

144 km/h : 196 kg par m²

Ces pressions sont certainement très augmentées par la glace transportée (1).

Les *effets d'érosion* de cet émeri de glace sur les rochers, les constructions, sont considérables. En un an à Port-Martin, les bois étaient usés de plusieurs millimètres, le métal poli.

Les *effets thermiques* seront appréciés dans le chapitre suivant. Une série de mesures a été tentée avec un appareillage de fortune fabriqué sur place. Le blizzard augmente dans une proportion qui atteint parfois 2 à 1 la perte de chaleur due au grand vent.

Les *effets électriques* pour ce qu'on en sait ont été précédemment exposés.

(1) On ne possède pas encore de mesures systématiques et complètes de la quantité de glace transportée (en fonction par exemple de la vitesse du vent, ou de la visibilité).

TABLEAU 2.

Tableau des moyennes mensuelles de la vitesse du vent dans 3 secteurs de l'Antarctique.

- 1) Secteur de la Terre Adélie. — Port-Martin 66,49 S 141,24 E
 Cap Denison 67,00 S 142,40 E
- 2) Secteur de la Mer de Ross. — Baie des Baleines 78,29 S 163,57 W
 Mac Murdo Sound 77,07 S 166,35 W
- 3) Secteur Mer de Weddell. — Snow Hill 69,15 S 56,49 W

Stations	Année	Vent en m/s												Moy. annuelle
		Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
<i>Terre Adélie.</i>														
Port-Martin	1950	22	20	19	17	21	15	19	16	16	16	12	17	
	1951	13	14	29	25	18	17	22	20	18	16	18	19	
Cap Denison	1912-13	12,6	14,5	21,3	21	23,4	21,8	23,6	21,6	18,8	21,5	16,6	19,4	
<i>Baie des Baleines.</i>														
	1940-41	4,2	5,4	6,1	4,8	4,0	4,6	4,3	4,0	4,3	5,5	4,7	4,6	
Mac Murdo Sound	1911-12	4,1	7,3	7,9	6,4	7,3	7,3	7,5	7,2	6,8	6,7	5,9	6,6	
Snow Hill.....	1902-03	5,1	7,5	13,6	7,9	8,8	8,7	9,9	9,2	8,1	7,9	8,5	8,3	

Ce tableau met en évidence la *différence considérable* entre les moyennes de vent en Terre Adélie d'une part, et dans les autres parties de l'Antarctique d'autre part. L'action du vent est encore lourdement aggravée par le fait qu'il trans-
 porte d'autant plus de glace (blizzard) que sa vitesse est plus grande.

Les effets psychologiques sur l'homme sont extrêmement particuliers : déséquilibre par le vent, effet de pression, bombardement par les grains de glace, bruit intense, refroidissement, perte quasi complète de la vision, déterminent un état psychique particulier caractérisé par la désorientation, l'indifférence, la difficulté de tout effort, la quasi impossibilité de suivre une route contre le vent, même quand on a la certitude que c'est la seule bonne. A très courte distance d'un repère, on s'égare très facilement dans le blizzard.

La mesure de la quantité de glace transportée, qui conditionne dans une large mesure la sévérité des effets du blizzard a déjà été tentée par MAWSON, puis par les deux expéditions françaises ayant hiverné à Port-Martin. La densité du blizzard diminue rapidement avec l'altitude et il faut donc tenir compte de la hauteur au-dessus du sol à laquelle la mesure est faite.

LOEWE donne le chiffre de *100 tonnes de glace par 24 heures* au-dessus de chaque mètre de longueur de côte (1952) et PRUDHOMME et BOUJON (1952) donnent le chiffre de *15 tonnes par m² de surface et par 24 heures*. Encore les chiffres basés sur un « piège à blizzard » sans vérification de la pression dans la pipe d'admission sont-ils probablement au-dessous de la réalité.

Le Vent et le Blizzard indissolublement liés pendant les 8/10 de l'année constituent les *éléments particuliers et caractéristiques du Climat de la Terre Adélie*.

Le tableau n° 2 donne les moyennes mensuelles, avec quelques éléments de comparaison.

La moyenne annuelle est de 68,4 km/h degré 8 de l'échelle Beaufort, considéré en France comme un vent très fort ou une tempête.

Les moyennes minimum se placent en décembre et en janvier avec 43 km/h.

Les moyennes maximum sont en février 1950, en juillet 1951, et pour l'expédition MAWSON en juillet 1912 avec 85 km/h.

Les variations diurnes sont très faibles en hiver où le vent souffle aussi bien le jour que la nuit. En été, par contre, le vent tombe souvent en fin de matinée pour reprendre entre 20 et 22 heures.

Le Blizzard existe pendant 300 jours par an (Rapport préliminaire Expédition 1950-1952).

VII. — CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE EN TERRE ADÉLIE

d'après PRUDHOMME A. et BOUJON H. (1952).

L'importance des blizzards antarctiques, l'existence de l'inlandsis, le transfert constant de glace de l'intérieur vers la mer, exigent des précipitations considérables sur le continent.

Aussi l'hypothèse classique de l'anticyclone polaire austral a-t-elle été combattue par MEINARDUS qui envisageait au contraire un système cyclonique, et par SIMPSON qui développa la *théorie des ondes de pressions*, théorie confirmée par les travaux de E. LOEWE. Ces ondes de

pression, différant complètement des perturbations météorologiques classiques, rayonneraient à partir du centre du continent à une vitesse de 50 km/h, provoquant des ascensions forcées d'air froid, donc des précipitations importantes et des vents violents et soudains.

D'autre part, entre l'anticyclone sub-tropical et les hautes pressions relatives du littoral antarctique, existe un *grand courant de perturbations se déplaçant d'Ouest en Est entre 40° et 60° parallèle*.

Mais les météorologistes pensent que ni la circulation proprement antarctique dépendant des ondes de pression, ni le passage au large des séries de perturbations de l'Océan Indien, n'expliquent le climat de Port-Martin et notamment la quasi permanence des grands vents.

Le vent extraordinaire de la côte de Terre Adélie est un vent essentiellement local. « Sous l'influence de la *pesanteur*, un mouvement *catabatique* a lieu le long de la surface de neige unie et inclinée » (PRUDHOMME A. et BOUJON H. 1952). Cette zone de *vent catabatique* ne dépasserait d'ailleurs guère une dizaine de kilomètres vers le large et 70 km vers l'intérieur.

La violence et la fréquence des tempêtes et blizzards de Terre Adélie paraissent donc relever de 4 facteurs :

1. Le facteur essentiel : le vent catabatique,
2. Renforcement de ce vent catabatique par un contraste thermique entre le continent glacé et la mer moins froide (mécanisme de la brise de terre),
3. Renforcement de ce vent catabatique par l'influence des perturbations circulant d'Ouest en Est sur l'Océan indien,
4. La circulation antarctique elle-même avec les précipitations qui expliquent la quantité de glace transportée par le vent.

CHAPITRE II.

LA « VALEUR DE REFROIDISSEMENT ».
LA PERTE DE CHALEUR D'UN CORPS CHAUD
EN TERRE ADÉLIE.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Les échanges thermiques d'un corps avec son milieu sont les sommes algébriques des échanges par conduction, par convection et par rayonnement, et s'il y a lieu par évaporation. Le vent agit sur les échanges par convection selon une loi qui peut s'écrire sous la forme d'une « *formule de convection* ».

En Terre Adélie cet effet du vent, du fait des grandes vitesses devient énorme. La sensation de froid, les gelures dépendent du vent beaucoup plus que de la température. *Le vent apparaît au point de vue thermique, comme le facteur prépondérant du climat.*

Bien que sans préparation particulière de cette question, il a paru important d'essayer de préciser cette action du vent par des mesures. La première idée fut de mesurer l'énergie électrique nécessaire à maintenir un corps défini à une température donnée (par exemple voisine de celle de la peau humaine), dans différentes conditions de vent, de blizzard et de température. Mais l'atelier de Port-Martin ne permettait pas la construction d'un tel appareil. Il fallut se rabattre sur une mesure moins satisfaisante mais plus simple : mesurer le temps demandé par un appareil improvisé contenant une certaine quantité d'eau chaude pour passer d'une certaine température à une autre température inférieure.

Au retour en France, on a constaté que l'exploitation des chiffres obtenus, dans des conditions souvent très pénibles, était complexe. On a constaté également que l'appareil électrique envisagé et impossible à construire à Port-Martin (ou en tous cas un appareil très voisin) existait sous le nom de Frigorigraphe, que le principe de l'appareil effectivement utilisé en Terre Adélie avec une mesure de temps, était le principe du Katathermomètre de L. HILL, enfin que deux expéditions avaient déjà fait des mesures de perte de chaleur dans l'Antarctique : BODMANN de l'Expédition Nordenskjöld à Snow Hill en Mer de Weddell en 1902 et SIPLE de l'Expédition Byrd 1939-1941 à Petite Amérique en Mer de Ross en 1940.

La discussion des résultats de l'expérimentation faite à Port-Martin, la comparaison avec les données théoriques et avec les expériences antérieures feront l'objet du présent Chapitre.

II. — LA NOTION D' « AMBIANCES ÉQUIVALENTES ».

En climatologie on a essayé de définir (PIERY 1934, p. 26) la « Valeur de refroidissement », ou « température dynamique », « quantité de calories que perd dans l'unité de temps et par unité de surface un corps à 36°5 ». Le terme de « Demande calorique de l'ambiance » a été également utilisé. Mais la définition précédente est insuffisante. C'est qu'en effet, la « valeur du refroidissement » ne peut pas être définie par l'ambiance seulement. Elle n'existe que pour un corps considéré placé dans cette ambiance et varie avec ce corps. La physique montre que les échanges thermiques d'un corps dans une ambiance donnée dépendent, d'une part des caractéristiques de l'ambiance (Température de l'air, Vitesse de l'air, Hygrométrie, nature, couleur, température des parois de l'ambiance), d'autre part des caractéristiques du corps considéré (Température, forme, surface, dimensions, nature, couleur). Tous ces éléments sont sans relation entre eux. On voit donc que le problème des échanges thermiques est très complexe. Dans une même ambiance froide, deux corps chauds identiques en tout point mais de couleurs différentes, deux corps chauds semblables en tout point, mais de taille différente, se refroidissent à des vitesses différentes. Par contre, il est légitime de prévoir que pour un corps donné, des combinaisons différentes des différents facteurs de l'ambiance pourront provoquer les mêmes échanges de chaleur, en particulier pour un corps chaud, les mêmes refroidissements. C'est ce que l'expérience a confirmé.

Ainsi est née la notion des « ambiances équivalentes ».

Comme on vient de le montrer, cette équivalence des ambiances est essentiellement relative à un corps donné, défini, choisi comme instrument arbitraire de mesure, comme « réactif », comme critérium d'équivalence.

Même ainsi étroitement limitée, cette notion d'ambiance équivalente est indispensable, inévitable, car elle est en effet le seul moyen réel de comparaison des climats, dès que varie un autre facteur que le facteur température.

Le premier problème qui se pose pour comparer des ambiances est donc le choix du corps, de l'instrument, du critérium qui va « mesurer » l'équivalence.

1°) *Dans un premier groupe d'expériences, l'homme a été choisi comme instrument de mesure, comme critérium d'équivalence.*

Des auteurs américains dans le cadre des recherches de l'American Society of Heating and Ventilating Engineers (A.S.H.V.E.) avaient en vue le « confort » humain en Hygiène générale et industrielle. Des expériences complexes, nécessitant des installations importantes, menées avec rigueur et précision, utilisaient les sensations d'un certain nombre de témoins humains, passant d'une ambiance à une autre pour la comparaison de ces ambiances (1). Les ambiances équi-

(1) Encore y a-t-il lieu de considérer des « Equivalences de Passage » et des « Equivalences de Séjour » comme l'a montré A. MISSENARD (1948),

valentes furent alors définies par une « température effective » qui d'ailleurs dans son expression ne faisait pas intervenir les parois (2).

Des auteurs français et en particulier A. MISSENARD en se basant à la fois sur les résultats de l'expérimentation américaine et sur des travaux théoriques, faisant intervenir le rayonnement des parois, définissent la « température résultante » d'une enceinte, notion complète qui peut être définie : « température de l'enceinte équivalente où l'air est saturé, au repos, les parois et le sol étant à la même température que l'air » (MISSENARD 1946).

WINSLOW, HERRINGTON et GAGGE (1937 a) après une longue étude physique, théorique et expérimentale, arrivent à la notion voisine de « température opérative » qui vise aussi à exprimer les différents facteurs d'une ambiance, la « demande calorifique du milieu » toujours en considérant l'homme comme critérium d'équivalence.

Cette « température opérative » est d'une expression mathématique complexe, en fonction des différents éléments de l'ambiance et du critérium humain.

D'après KAYSER et METZ, on peut la développer ainsi (pour en définir les facteurs) :

$$T_o = \frac{4 \text{ Ar kr } T^3 T_w + k_c \sqrt{v} T_a}{4 \text{ Ar kr } T^3 + k_c \sqrt{v}}$$

Ar = aire effective du rayonnement du corps humain considéré,

kr = constante universelle de rayonnement,

T = moyenne arithmétique de T_w (température des parois) et T_s (température de la peau) exprimée en températures absolues,

k_c = constante de convection du corps humain considéré dépendant de son aire de convection,

V = vitesse de l'aire dans l'enceinte,

$k_c \sqrt{v}$ est accepté comme formule de convection dans des limites précises de V.

Cette « température opérative » assez laborieusement obtenue a le grand avantage de permettre ensuite aux auteurs d'exprimer la perte de chaleur par rayonnement R, et la perte de chaleur par convection C, dans la formule très simple :

$$R + C = k_o (T_s - T_o)$$

ou k_o est la somme de $K_r = 4 \text{ Ar kr } T^3$, et de $K_c = k_c \sqrt{v}$ et T_s la température de la peau.

On retrouvera cette formule à propos de la thermorégulation.

Cette méthode de comparaison des ambiances, en utilisant les sensations de l'homme est légitimée par le fait qu'un pourcentage élevé des sujets accusèrent les mêmes sensations ; elle est précise car les sujets se montrèrent sensibles à de faibles variations des éléments des ambiances étudiées.

(2) On connaît l'influence considérable des parois, utilisée largement aujourd'hui dans le chauffage par panneaux rayonnants.

Voici à titre d'exemple quelques « ambiances équivalentes » pour l'homme :

Température de l'air	H %	Vent	Température du sol et des parois
16°	100	calme	16°
22°	55	3 m/s	22°
18°	60	1 m/s	25°
15° 5	50	calme	20° 25

Cette méthode de comparaison des ambiances ne pouvait évidemment pas être utilisée en Terre Adélie. Pas davantage la méthode de ROBINSON TURREL et GERVINK (1945) qui se basent non sur la sensation subjective, mais sur une « combinaison d'indices fonctionnels » : fréquence cardiaque, sudation, température cutanée, etc...

2°) Dans un deuxième groupe d'expériences, on a choisi comme critère de l'équivalence des ambiances les variations de températures d'un instrument donné.

Le katathermomètre de L. HILL est un thermomètre à alcool à réservoir volumineux. On chauffe l'appareil et on mesure le temps nécessaire au ménisque du thermomètre pour descendre de 100° F à 95° F. On peut faire intervenir l'humidité de l'air en utilisant en même temps un katathermomètre humide (comme le psychomètre).

Le frigorimètre de DORNO et THILENIUS (1925), ou le frigorigraphe de PFLEIDERER et BUTNER (1938) est constitué par une sphère creuse à double paroi et chauffée d'une manière constante par une résistance électrique à l'intérieur de la sphère intérieure. On mesure par la variation de résistance d'un fil de platine placé entre les deux sphères la température à laquelle l'appareil se stabilise dans l'ambiance étudiée. Cette température du frigorigraphe définit ainsi l'ambiance (1).

Le katathermomètre serait descendu de 100° F à 95° F en quelques secondes en Terre Adélie et n'aurait donc eu aucune précision. La température prise par le frigorigraphe aurait certainement été très basse, sans doute même voisine de la température de l'air.

Ces deux appareils, établis pour mesurer l'équivalence des ambiances normales de travail dans les pays tempérés, ne convenaient pas pour les ambiances tellement différentes de Terre Adélie.

(1) La température du frigorigraphe est reliée par une formule établie expérimentalement aux différents facteurs de l'ambiance :

$$T_f = \frac{0,16 + J'}{a'} - T_a$$

avec :

T_a = température de l'air, T_f = température frigorigraphe ;

a' = coefficient de déperdition totale = 0,014 dans l'air calme et 0,008 + 0,020 $\sqrt{v}$ avec vent V ;

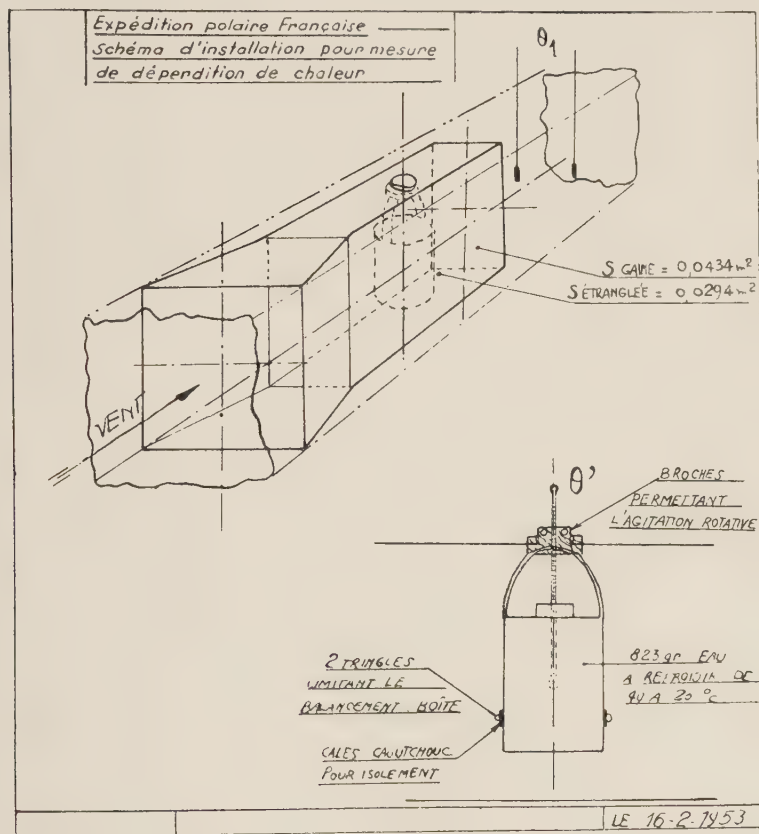
J' = terme de radiation = 0,015 J_s + 0,030 J_h et

J_s = radiation directe du soleil ;

J_h = radiation diffusée par les surfaces ambiantes.

III. — LES MESURES DE LA « VALEUR DE REFROIDISSEMENT » EN TERRE ADÉLIE.

Dans les circonstances qui ont été précédemment définies, un appareil appelé « Calorimètre déperditeur » fut construit en ajoutant à une boîte métallique de vin concentré un goulot pris dans un tube métallique, et des moyens de fixation (anse protégeant le thermomètre traversant le bouchon du goulot et couronne inférieure) (Figure N° 6).



6. « Calorimètre déperditeur ». Appareil improvisé construit à Port-Martin pour les mesures de la « Valeur de refroidissement ». L'appareil est représenté dans le montage utilisé pour les mesures aux Laboratoires d'essais aérodynamiques et thermiques des Etablissements Chausson.

Des trous percés dans l'anse et dans la couronne, isolés par du sparadrap au point de vue thermique, permettaient d'accrocher l'appareil.

reil dans la charpente métallique de la tour météorologique par des sandows, ce qui laissait toute latitude pour l'agitation manuelle du « calorimètre déperditeur ». L'appareil étant en tôle polie, brillante, très claire, on pouvait considérer que les pertes de chaleur par rayonnement seraient faibles par rapports aux pertes par conduction-convection et ce facteur de déperdition fut négligé. Toutefois, toutes les mesures furent faites en maintenant l'appareil à l'abri du rayonnement direct du soleil.

Le cylindre avait 140 m/m de haut et 100 m/m de diamètre.

Le poids de l'appareil vide était de 367 g.

La quantité d'eau : 823 g à 50°.

La mesure : temps de refroidissement entre + 40° et + 20° C. Ces températures pouvaient être considérées comme de l'ordre de grandeur des températures de surface des homéothermes antarctiques : températures qu'il était impossible de mesurer.

Le « calorimètre déperditeur » était rempli complètement d'eau à 50°, enveloppé dans un manchon de duvet attaché au cou de l'opérateur. On évitait ainsi les pertes de chaleur avant le début de l'expérience dans les grands blizzards, et aussi la perte de l'appareil que le vent aurait emporté si, par suite d'une chute ou d'un faux mouvement de l'opérateur, celui-ci l'avait lâché. L'opérateur emportait également un chronographe attaché à ses mouffles.

Aussi vite que possible, il fallait sortir de la base, franchir les 50 mètres séparant la porte de la base de la tour météorologique, escalader la tour, fixer l'appareil aux sandows toujours en place dans la tour, « toper » au chronographe le passage du thermomètre à + 40, assurer l'agitation, « toper » le passage du thermomètre à + 20.

Ces opérations, très simples par temps calme, ou même par temps seulement « clair » ont souvent été impossibles dans les très grands blizzards : chutes multiples avant d'arriver à la tour météo, refroidissement de l'appareil au-dessous de + 40 avant le début de l'expérience, masque de glace empêchant la lecture du chronographe, etc...

Les mesures ont toutes été faites par le même opérateur (l'auteur) dans des conditions très différentes (notamment des mesures ont été faites en calme complet sous abri) et également, pour comparaison, dans l'eau de mer.

L'agitation, dont on redoutait beaucoup l'influence et l'imprécision, a été une agitation manuelle extérieure : rotation de l'appareil sur lui-même dans un sens, puis dans l'autre. Il y avait en même temps balancement de l'appareil et vibration du fait du vent.

Le vent, la température, et l'humidité étaient pris sur les appareils enregistreurs de la station météorologique. Le « calorimètre » placé en haut de la tour météorologique se trouvait réellement dans les mêmes conditions de vent que l'enregistreur lui-même.

On n'a pas tenu compte, au dépouillement, de l'humidité relative dont l'effet peut être considéré comme négligeable. Dans un certain nombre de mesures faites par blizzard dense, de la glace se formait sur le « calorimètre » et y restait collée *sans aucune fusion visible*.

TABLEAU III.
Mesures de déperdition de chaleur en Terre Adélie (1950).

Date	Vt m/s	T° C.	H. relative %	Remarques			Discussions
				Agitation	Dépôt de glace. Bliz	Position de l'appareil	Résultats minutes secondes
5.5	14	-21,8	58	agitation mal définie		Tourelle	6,8
"	0	-21,5		"		Caisse. Appareil posé	26,1
6.5	17	-16,3	58	"		Tourelle	6,5
"	0	-16	63	"		Caisse. App. suspendu	19,30
"	0	-16	63	"		Caisse. App. posé	19,16
"	31	-16,9	51	"		Tourelle	4,17
7.5	27	-16,8	48	"		Tourelle	4,30
"	0	-16,8	57	"		Caisse	16,45
"	0	-12,0	65	"		Entrepôt	57,10
8.5	13	-20,6	43	"		Tourelle	7,52
"	0	-12,4	67	"		Entrepôt	68
"	0	-11	67	"		"	70
9.5	0	-18,8	75	"		"	56
"	0	-17,1	72	"		"	59
10.5	0	-21,1	51	"	Ciel clair	Tourelle	5,51
"	18	-17	75	"		Entrepôt	50
11.5	0			"			
12.5	0	-10	60	Toutes les 5 m			
23.5	1	-21,8	65	Agité à la main		Tourelle	67,30
26.5	30		52	constamment		"	24
18.6	22	-19	83	"		"	3,35
							3,45

Vent ext. 23 m/s. Vent pas mesurable dans caisse av. anémomètre, mais mouvement d'air important pas défini.

Vent mesuré à l'anémomètre à main jusqu'à cette date.

Vent extérieur 25 m/s.
Calmé complet

On note l'effet de l'agitation de l'appareil
Malgré agitation ltes. les 5 m

TABLEAU III (suite).

Date	Vt m/s	T° C.	H. relative %	Remarques			Résultats minutes secondes	Discussion
				Agitation	Dépôt de glace. Bliz	Position de l'appareil		
21.8	0	-30,5	65	Agité à la main constamment	B. Léger	Tour météo	22,10	Fumées entraînées à angle aigu avec l'horizonale
22.8	0	-30,8	75	»	»	»	15,25	Anémom. enregistre parfois 1 à 2 m. Poudrin au sol
3.9	Eau	-2,1		»		Trou dans la glace	2,27	Dans l'eau de mer
3.9	de mer	-2,1		»		de mer	2,03	»
4.9	»	-2,1		sans agiter		»	5,34	»
4.9	»	-2,1		agité		»	2,09	»
»	»	-2,1		constamment agité		»	2,15	»
»	»	-2,1		»		»	1,57	»
»	»	-2,1		»		»	2,15	»
»	»	-2,1		»		»	1,54	»
»	»	-2,1		»		»	1,55	»
»	»	-2,1		»		»	2,21	»
»	»	-2,1		»		»	2,20	»
»	»	-2,1		»		»	2,10	Moyenne des mesures faites en agitant pareillement
11.9	15	-29,5		»		Tour météo	3,56	Vent irrégulier
1951								
8.1	31	-3,0	95	»	B. M.	»	2,57	Vi. 50 à 200 m. Pas de gelures de la face
»	31	-3,0	95	»	»	»	2,56	malgré exposition prolongée, mais piqûres d'aiguilles apparaissant mais cessant aussitôt. Limite de la gelure de la face.
1952								
4.12	0,75	-56				Caisson Laboratoire du Froid Bellevue	10	

B.M. = Blizzard moyen

B.L. = Blizzard léger

B.D. = Blizzard dense

D. = Dépôt de glace

Vi. = Visibilité

TABLEAU III (suite).

Date	Vt m s	T° C.	H. relative %	Remarques			Résultats minutes secondes	Discussion
				Agitation	Dépôt de glace. Bliz	Position de l'appareil		
24.6	13	-19	70	Agité à la main constamment		Tourelle	5,21	Vent NNE » Mesure impossible : glace s/ l'appareil et le thermomètre, observateur aveugle en 30 s. Dépôt de glace
25.6	22	-18,8	52	»		»	4,41	
28.6	5	-14	55	»		»	13,2	
28.6	5	-15,5	58	»		»	12,30	
11.7						»		
23.7	20	-26,4	78	»	Blizzard M	Tourelle	2,53	Vent avec rafale 30 » » Bliz.-faible que la veille Visibilité 50 à 100 m » 100 m Estimé (après arrêt et remise en route du chrono) Calme complet à de rares instants. Vi. 40 m. Peut-être 40 s d'erreur 2 essais par vent 41 m/s sans succès. Vi. 5 à 10 m » Vi. 1 à 2 m Léger blizzard au sol Vi. 50 m
»	15	-27,2	72	»	Dépôt Gl.	»	4,24	
24.7	22.30	-33,2	81	»	Bliz. L.	»	2,32	
»	24.30	-33,4	81	»	Bliz. M. D.	»	2,11	
»	23.30	-31,5	81	»	»	»	2,14	
25.7	25	-24,2	82	»	Bliz. faible D.	»	2,39	
30.7	25	-19,1	81	»	»	»	3,00	
31.7	28	-17,5	80	»	»	»	2,59	
»	5	-13	46	»	»	»	15,30	
»	2	-13,8	50	»	»	»	22,02	
11.8	16	-19,2	79	»	Bliz. léger	Tour météo	4,44	Vi. 40 m. Peut-être 40 s d'erreur 2 essais par vent 41 m/s sans succès. Vi. 5 à 10 m » Vi. 1 à 2 m Léger blizzard au sol Vi. 50 m
13.8	37	-19,8	81	»	B. dense D.	Abri météo	1,30	
14.8	35	-15	86	»	»	»	2,01	
»	34	-15,2	88	»	»	»	2,10	
»	39	-16,0	85	»	»	»	1,42	
18.8	18	-24,0	64	»	B. Léger	Tour météo	4,25	
19.8	25	-30,1	75	»	»	»	3,12	

Il est difficile de préciser dans quelle mesure ce dépôt de glace jouait dans la perte de chaleur : d'une part, il protégeait une partie de la surface du vent, donc diminuait la perte de chaleur ; d'autre part, en cas de fusion (possible bien que non constatée) il augmentait la perte de chaleur.

58 mesures ont été ainsi effectuées dans ces conditions, avec des températures et des vents représentatifs du climat de Terre Adélie (Voir Tableau III).

On peut considérer, dans les limites de précision assez faible de l'expérience, que la valeur du temps de refroidissement, mesurant la vitesse du refroidissement de $+40$ à $+20^{\circ}\text{C}$, de l'appareil utilisé dépendait essentiellement de la température et surtout du vent ou du blizzard.

Ce temps de déperdition (qui a varié de 60 minutes en air calme à 1 m 30 pour la même température de -20°C bien que lié à un instrument tout à fait arbitraire, représente pourtant une caractéristique fondamentale du climat de Terre Adélie : la caractéristique la plus « vraie » et la plus parlante.

IV. — DISCUSSION DES RÉSULTATS DES MESURES FAITES EN TERRE ADÉLIE.

Le « programme d'exploitation » des mesures avait, en Terre Adélie, été prévu comme suit :

a) Faire une étude théorique des échanges thermiques de l'appareil utilisé en admettant que sa température était la même en tout point, à tout moment. Ceci aurait permis de juger du coefficient « agitation ».

b) Définir des « ambiances équivalentes » à celles du blizzard de Terre Adélie. (Par exemple, trouver par le calcul et l'expérimentation quelle température en air calme donnait le même « refroidissement » qu'un blizzard moyen de Terre Adélie).

c) Mettre en évidence l'action du blizzard sur le « refroidissement », c'est-à-dire la différence de « demande calorique » entre un air normal à la vitesse V, et un air chargé de blizzard à la même vitesse V.

Mais les difficultés de l'étude théorique ont amené à quelques modifications de ce programme initial.

1°) *Recherche des « ambiances équivalentes »* au blizzard de Terre Adélie.

Deux essais expérimentaux ont été faits dans ce but à la Station Expérimentale du Froid de Bellevue (1).

Température — 56°C , vent tourbillonnaire de 0 m 75 par seconde environ (la perte de chaleur dans un vent tourbillonnaire est plus grande que dans un vent laminaire comme celui de Terre Adélie) due à la circulation d'air dans le caisson. Agitation. Durée de refroidissement, 10 minutes.

(1) Nous tenons à remercier le Directeur de la Station, le Pr. LAISNE, et M. PASCAUD qui procéda aux essais avec nous.

Un nouvel essai a été tenté en atmosphère calme, dans un régime de « convection naturelle ». Pour cela le calorimètre fut placé dans un vase de DEWARD baignant dans une quantité importante d'air liquide.

Les parois du vase étaient à -180° , l'air en contact avec ces parois à la même température. Un thermomètre déplacé dans l'atmosphère réduite entre la paroi du vase et le calorimètre fournissait, suivant la position, des températures de -100° à -130° C. (Il existait dans cette atmosphère un gradient thermique considérable). Mais du point de vue thermique, d'après les spécialistes du laboratoire, la situation du calorimètre et ses échanges thermiques étaient tout à fait comparables à ce qu'ils auraient été dans une ambiance calme et illimitée à -180° environ. La température du calorimètre, agité toujours de la même façon, baisse de 1° en 45 secondes et de 2° en 1 m 30 s. L'expérience fut alors interrompue. (Une des mesures de Terre Adélie pour le même temps de 1 m 30 s fournit une baisse de 20° au lieu de 2°).

Ces deux essais autorisent à conclure :

Expérimentalement, il n'y a pas d'atmosphère calme, même à une température de -180° qui soit équivalente pour l'appareil considéré au point de vue « valeur de refroidissement » à un blizzard moyen de Terre Adélie.

2°) *Effet du blizzard sur la vitesse de refroidissement du calorimètre par rapport à l'effet de l'air normal à la même vitesse.*

Dans le but de montrer l'action du blizzard, facteur nouveau d'une ambiance, dont l'effet thermique est complètement inconnu, les Expéditions Polaires Françaises ont accepté de faire effectuer des essais dans les « Laboratoires d'essais aérodynamiques et thermiques » des établissements Chausson. Ces laboratoires possèdent en effet une soufflerie refroidie très puissante (1).

Le montage utilisé est dessiné (Figure n° 6), ce qui évite toute description.

L'agitation, effectuée par le même opérateur était, en principe, la même qu'au cours des mesures de Terre Adélie.

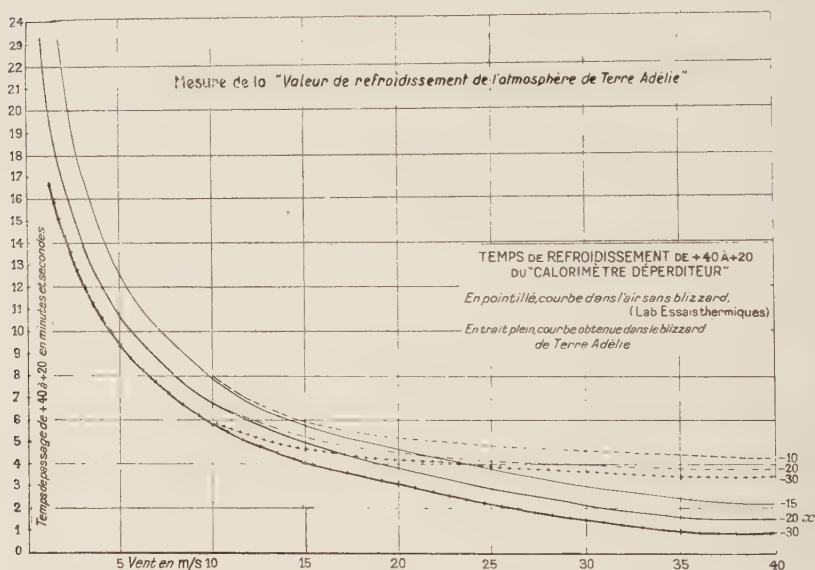
Les mesures effectuées en Terre Adélie permettaient de construire les courbes du temps de refroidissement en fonction du vent et du blizzard pour les températures de -15 , -20 et -30° C. Etant donné l'action relativement faible de la température de l'air et le fait que les températures d'expérience étaient des moyennes, on a accepté pour chaque courbe des points obtenus à des températures variant de 2° autour des chiffres -15 , -20 et -30 . Aussi ces courbes obtenues sur le terrain, dans des conditions très dures, représentent-elles surtout un ordre de grandeur. Leur forme a plus de valeur que leur position exacte.

Dans ces conditions, il fut décidé de construire au « Laboratoire des essais aérodynamiques et thermiques », les courbes de refroidis-

(1) Nous tenons à remercier ici Monsieur M. DIDIER, Chef du Laboratoire qui a dirigé les essais et dont l'expérience a été précieuse.

sement en fonction du vent simple, sans glace transportée, sans blizzard pour les températures de -10 , -20 et -30°C .

Les « courbes Terre Adélie » dans le blizzard, et les « courbes Laboratoire » dans les vents simples, sont dessinées sur le graphique de la figure n° 7.



7. Courbes du temps de refroidissement de $+40$ à $+20$ de l'appareil précédent, en fonction de la vitesse du vent. En abscisse vent en mètre-seconde. En ordonnée : temps de refroidissement en minute et seconde. Les 3 courbes en traits pleins ont été tracées d'après les mesures faites dans les blizzards de Terre Adélie, pour des températures de l'air de -15 , -20 et -30°C .

Les 3 courbes en traits interrompus ont été établies en air normal sans blizzard au Laboratoire d'Essais Aérodynamiques et Thermiques des Etablissements Chaussou, pour des températures de l'air de -10 , -20 et -30°C .

Les différences entre les deux courbes traduisent l'effet thermique du blizzard sur le refroidissement de l'appareil utilisé.

On y voit que, pour les faibles vitesses de vent correspondant en Terre Adélie à du vent simple sans blizzard, les courbes se recouvrent parfaitement.

A mesure que la vitesse du vent augmente, les courbes de Terre Adélie correspondant à des mesures faites dans un air de plus en plus chargé de glace, s'abaissent de plus en plus au-dessous des courbes établies au Laboratoire. On a ainsi la première mesure de l'effet thermique du blizzard. Pour un vent de 35 m/s par exemple, le blizzard semble multiplier par deux la vitesse de refroidissement de l'appareil utilisé.

(Il aurait été important d'avoir des mesures simultanées de l'« intensité » du blizzard, définie par exemple par la quantité de glace transportée, à travers une surface donnée dans un temps donné. Nous n'avions aucun moyen d'effectuer de telles mesures).

Il est bien évident qu'une telle expérimentation n'a pas une valeur absolue en ce qui concerne les échanges thermiques d'« un corps chaud dans le blizzard ». Le rayonnement, l'effet d'un dépôt de glace sur le calorimètre n'ont pas pu être appréciés. D'après M. MISSENARD, le régime d'écoulement de l'air dans la conduite étroite de la soufflerie du Laboratoire serait beaucoup plus tourbillonnaire que le vent de Terre Adélie qui peut être considéré comme voisin d'un vent laminaire. Si les essais du Laboratoire avaient été effectués en vent laminaire, la perte de chaleur aurait été moins rapide, les « courbes Laboratoire » plus hautes sur le graphique et la différence avec les « courbes blizzards » encore plus grande.

On verra plus loin quelles améliorations on envisage d'apporter à la mesure de la « valeur de refroidissement » dans les blizzards de Terre Adélie.

3°) *Etablissement d'une formule de convection pour l'appareil utilisé.*

L'étude théorique des échanges thermiques de l'appareil qui, pensions-nous en Terre Adélie, aboutirait à une formule mathématique exprimant la perte de chaleur par unité de surface et de temps, de l'appareil en fonction de la température de l'air et de la vitesse du vent, s'est heurtée à des difficultés presque insurmontables.

La formule générale qui rend compte des échanges thermiques, par unité de temps et de surface, pour un cylindre exposé à un vent perpendiculaire à l'axe est de la forme :

$$AV^n (T-t)$$

avec : T = température du cylindre,

t = température de l'air,

V = vitesse du vent,

n = exposant variant avec le régime d'écoulement de l'air mais restant inférieur à 1, n = 0,56 pour un vent laminaire, 0,8 pour un vent tourbillonnaire (MISSENARD),

A = coefficient dépendant des éléments du cylindre (nature des parois, dimensions, etc...).

Dans notre cas précis la « surface de convection » de l'appareil improvisé, à cause de la couronne inférieure et de l'anse formant ailette, à cause des « effets de bord » réalisés sur le fond et sur le couvercle, était, de l'avis des physiciens impossible à évaluer avec une certaine précision.

Il a donc fallu renoncer à établir théoriquement une « formule de convection » de l'appareil qui aurait eu essentiellement l'avantage de mettre en évidence, par comparaison avec les mesures, l'effet mal connu de l'agitation.

Par contre, on pouvait établir facilement la formule de la courbe

obtenue expérimentalement au « Laboratoire des essais aérodynamiques et thermiques ».

Cette formule a été établie par les soins du Laboratoire. Inversée pour exprimer une vitesse de refroidissement, elle donne :

$$\frac{V (1,235 - 0,916 \log V)}{44 R - 7,9}$$

$$\text{avec } R = \frac{40 - t}{20 - t}$$

40 et 20 étant les températures initiales et finales, et t la température de l'air, V la vitesse du vent.

Cette expression peut être considérée comme le « coefficient de convection » de l'appareil utilisé dans les limites de température et de vent des essais du Laboratoire.

IV. — COMPARAISON DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LES RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATIONS ANTÉRIEURES.

Toutes les expérimentations antérieures destinées à mesurer l'effet des deux facteurs, vent et température, sur le refroidissement d'un corps chaud, ont abouti également à des courbes et à des « formules de convection ».

1°) *Les mesures les plus connues sont celles de L. HILL avec son katathermomètre.*

Il a montré que le Katathermomètre pouvait être utilisé comme anémomètre.

On retrouve deux formules différentes :

$$(0,13 + 0,47 \sqrt{V}) (36,5 - t)$$

formule citée par MAC CONNELL et YAGLOU 1924. (Rappelons que l'appareil se refroidit de 37,75° C à 35° C. 36° 5 est donc pris comme température moyenne de l'expérience). La formule est valable en air sec avec un vent supérieur à 1 m/s.

$$\text{Et} \quad (0,15 + 0,182 \sqrt{V}) (98 - t)$$

cité par SIPLE (1945) avec t exprimé dans l'échelle Farenheit.

2°) *Des mesures très voisines de celles de Port-Martin ont été effectuées à Snow Hill par BODMANN, météorologiste de l'expédition NOR-DENSKJOLD en 1902.* HILL ni SIPLE ne semblent pas en avoir eu connaissance. BODMANN a mesuré le temps de refroidissement entre + 30° C et + 20° C d'un récipient métallique contenant 3 l. d'eau, agité par un agitateur interne. Il fit 24 mesures dans des vents variant de 0 à 28,5 m/s, certaines dans le blizzard avec dépôt de glace sur son appareil.

Il existe dans son tableau de chiffre, comme dans le nôtre, des anomalies. Par exemple :

T = 24,5	V = 26 m/s	Temps de refroidissement..	3 m 5
T = 26,0	V = 28 m/s	»	» » » 3 m 75

Par un calcul théorique et par les résultats expérimentaux il obtient la formule suivante :

$$(1 - 0,04 t) (1 + 0,272 V)$$

représentant ce qu'il appelle : STRENGUE DES WETTERS (sévérité du temps).

3°) SIPLE pendant l'Expédition BYRD 1939-1941 fit une série de mesures avec ce qu'il baptisa : « relative confort thermometer ». Il mesurait le temps de congélation de 250 g d'eau dans un cylindre d'acétate de cellulose. La mesure de ce temps de congélation n'est pas simple.

SIPLE aboutit à une formule de « convection » exprimant le « Total cooling power of the atmosphere in complete shade without regard to evaporation » (Pouvoir total de refroidissement de l'atmosphère à l'ombre et sans tenir compte de l'évaporation)

$$(\sqrt{V} \times 100 + 10,45 - V) (T - t)$$

en gardant aux lettres leurs significations habituelles.

4°) A l'aide des formules ainsi obtenues, BODMANN et SIPLE ont tous les deux établi des abaques représentant en fonction du vent et de la température ce que BODMANN appelle « Sévérité du temps » et SIPLE « Pouvoir total de refroidissement ».

Tous les deux ont calculé la valeur de ce terme, qui peut s'appeler aussi « valeur de refroidissement », « demande calorique du milieu » pour différentes stations antarctiques. SIPLE a même établi un grand tableau donnant la valeur de ce terme exprimé en calories par m² et par heure entre + 33 et - 41° C et 0 à 20 m/s de vent.

Il aurait été facile de faire de même à partir des chiffres obtenus à Port-Martin et de la formule représentant la courbe établie au « Laboratoire ». Cela a paru sans intérêt.

En effet les abaques de BODMANN et de SIPLE — abaques qui représentent un système d'ambiances équivalentes — n'ont de valeur que pour l'appareil utilisé dans les limites de vent et de température réellement explorées.

Elles ne permettent pas de définir des ambiances équivalentes pour l'homme ou pour un animal antarctique donné.

Comme on peut le prévoir, les ambiances équivalentes de BODMANN sont très différentes des ambiances équivalentes de SIPLE dont le critérium d'équivalence est différent. L'effet du vent dans les deux systèmes n'est en rien comparable.

Par exemple :

Pour SIPLE :

— 39 et 1 m/s	équivalent à	— 10 et 11 m/s
0 et 20 m/s	»	— 40 et 0 m/s

Pour BODMANN :

— 39 et 1 m/s	»	— 10 et 4 m/s
0 et 20 m/s	»	— 40 et 5 m/s

On voit que « l'effet du vent » peut être considéré dans le système d'équivalence de SIPLE, est dans un cas 2,2 fois plus faible, dans l'autre cas 7,4 fois plus faible que dans le système de BODMANN.

Le système d'« ambiances équivalentes » que, à l'instar des auteurs précédents, nous pourrions définir, serait aussi artificiel que les deux premiers. On a estimé que *deux systèmes d'ambiances polaires équivalentes* qui ne peuvent être comparés et n'ont de valeur que pour des appareils improvisés, étaient suffisants et qu'il n'y avait pas lieu d'en ajouter un troisième, ayant comme critérium un 3^e appareil improvisé.

Si l'on examine les « formules de convection » qui toutes se rapportent à des corps de forme cylindrique, on est frappé des différences fondamentales qui existent entre elles.

Dans la formule donnée par SIPLE, V intervient par sa racine carrée et ensuite dans un terme soustractif. La formule conduit à un maximum de perte de chaleur pour un vent de 25 m/s environ, ce qui est absolument impossible.

D'après BODMANN, la perte de chaleur est une fonction linéaire de V , ce qui est également impossible aux grandes valeurs de V .

Au contraire, la formule établie dans les bonnes conditions expérimentales du « Laboratoire des essais aérodynamiques et thermiques » fait intervenir V affecté d'un exposant inférieur à 1. *Elle est la seule qui se rapproche de la formule théorique indiscutable* représentant la perte de chaleur d'un cylindre dans le vent.

V. — CONCLUSIONS.

Si nous possédons des critères valables de l'équivalence des ambiances habituelles à température positive et à vent faible, nous n'avons pas encore de moyens pratiques de comparaison des ambiances polaires avec températures basses et grands vents, c'est-à-dire que nous ne savons pas mettre réellement en évidence les effets thermiques du blizzard, effets thermiques qui jouent en Biologie un rôle majeur.

Nous proposons, pour les futures expéditions, l'utilisation d'un appareil plus rationnel que les engins de fortune utilisés jusqu'à présent. Cet appareil deviendrait le critère instrumental et arbitraire certes, mais universel de l'équivalence des ambiances polaires et prendrait en climatologie polaire la place qu'ont le catathermomètre, le frigorigraphe, ou les abaques de températures résultantes ou opératives en climatologie tempérée.

Il permettrait de chiffrer dans les climats et micro-climats antarctiques (micro-climats utilisés par les animaux, micro-climats des bases...) la « valeur de refroidissement » ou « Total cooling power », ou « Strengue des Wetters », comme on voudra bien l'appeler.

Il permettrait également d'étudier le pouvoir protecteur des fourrures, du plumage des animaux et des matériaux utilisés pour la construction ou le vêtement.

L'appareil devrait fonctionner à température constante pendant une mesure donnée, mais aussi pouvoir effectuer des mesures à toutes températures désirées. Il devrait mesurer directement l'énergie absorbée par le milieu étudié.

Voici le principe de l'appareil proposé qui n'est en fait qu'une adaptation du Frigorigraphe et qui devrait conserver ce nom :

Une sphère de cuivre poli (pour faciliter les échanges thermiques et pour diminuer le rayonnement) est chauffée par une source d'énergie électrique dont la puissance peut varier dans de larges limites. On peut mesurer la température de la sphère et enregistrer la quantité d'énergie électrique utilisée.

L'expérience consiste à mesurer la quantité d'énergie électrique nécessaire pour maintenir la sphère en équilibre thermique à une température choisie dans l'ambiance à étudier.

Il existe de nombreuses difficultés de réalisation : dimensions à choisir, moyen de chauffage (le chauffage d'un liquide à l'intérieur de l'appareil serait sans doute préférable au chauffage direct de la paroi comme dans le frigorigraphe normal), moyen de mesure de la température de l'appareil, etc...

Ces difficultés doivent être résolues par une bonne étude technique et des essais expérimentaux.

Utilisé dans les différentes stations au cours de la prochaine « Année polaire internationale » cet appareil, bien mis au point avant le départ, apporterait une contribution importante et féconde à l'étude difficile de l'équivalence des ambiances polaires, des micro-climats, des effets thermiques du blizzard, des pertes de chaleur des homéothermes et de la valeur de leurs moyens de protection naturels ou artificiels.

CHAPITRE III.

LES MICROCLIMATS DE TERRE ADÉLIE.

En biologie, pour une espèce considérée, le micro-climat apparaît aujourd'hui comme une donnée fondamentale. Les micro-climats expliquent la répartition des espèces à l'intérieur d'un climat régional donné, l'existence d'une vie importante dans les déserts, la possibilité pour le manchot Empereur de se reproduire dans l'Antarctique.

Le micro-climat de la base Antarctique et le micro-climat sous vestial rendent compte de la possibilité pour l'homme de vivre, de se déplacer et de travailler pendant l'hiver en Terre Adélie.

L'étude moderne des micro-climats est très complexe. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir le livre de base de GEIGER : *Das Klima der Bodennahen Luftschicht*, qui donne une excellente idée du développement actuel de la micro-climatologie, de ses méthodes, de ses difficultés et de ses résultats.

Dans le cadre d'une première expédition qui devait avant tout construire, vivre, et faire un travail schématique de « prospection scientifique », on ne pouvait disposer pour un *embryon d'étude micro-climatologique* que de thermomètres à alcool ou à mercure, d'un anémomètre à main, d'un hygromètre à cheveu, et de quelques dizaines d'heures de travail. Dans ces conditions, il a fallu se limiter étroitement à ce qui était possible et qui paraissait essentiel.

1°) LES MESURES.

Les seuls éléments mesurables dans les conditions précédemment définies étaient la température, la vitesse du vent et le degré hygrométrique.

Les mesures *hygrométriques* furent rapidement abandonnées par suite de difficultés instrumentales et surtout parce qu'on peut affirmer que le facteur humidité est peu important dans le climat de Terre Adélie, comme on l'a montré plus haut.

Les mesures de températures ont été effectuées avec des thermomètres à mercure de l'O.N.M. gradués en degré. Les lectures, comme dans les stations météorologiques, étaient faites en 1/10 de degré. C'est une question d'habitude et les lectures du météorologiste et de ses trois aides (dont l'auteur) étaient concordantes.

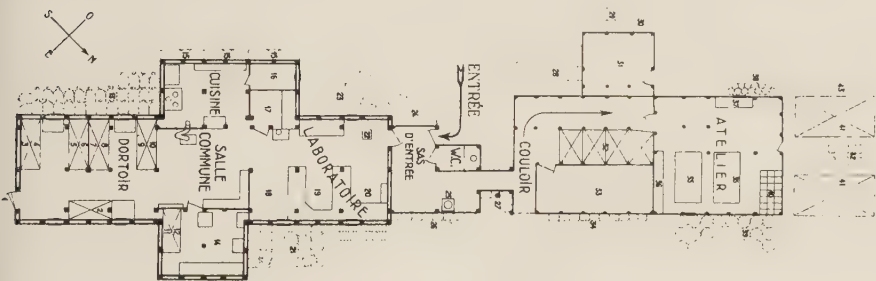
Une perche thermométrique avec 10 thermomètres placés tous les 25 cm fut utilisée dans la baraque ; une perche semblable avec 5 thermomètres fut utilisée à l'extérieur.

Dans tous les cas, par l'orientation de la perche, on a évité le rayonnement solaire ou celui d'une source intérieure de chaleur. Le bois de la perche pouvait être considéré au bout d'un certain temps à la même température que l'air ambiant. Il était de couleur claire et l'on peut penser que le rayonnement intervenait peu.

Le thermomètre inférieur placé à un centimètre de hauteur était certainement influencé par le rayonnement du sol, glace, rochers ou plancher de la baraque.

Les lectures n'étaient évidemment pas absolument simultanées. La précision était de l'ordre de celle de la station météorologique.

A défaut d'une installation complète avec enregistrement, la perche thermométrique a permis d'obtenir une première idée des *gradients de température* en Terre Adélie, entre le sol et 1 m 50 à l'extérieur ; entre le sol et 2 m 25 dans la base ; *mais elle n'a pas permis l'exploration de la « couche limite »* occupant les premiers millimètres à partir de la surface du sol. Cette « couche limite » dont la notion est venue de la Mécanique des Fluides est d'une définition difficile et d'une étude plus difficile encore (GEIGER p. 51). Elle est en effet troublée par les instruments de mesure eux-mêmes (BAZETT, Mc GLONE 1927 ont pourtant réussi à étudier la couche limite au contact de la peau humaine). A Port Martin, les seuls organismes vivant dans la couche limite étaient de très rares végétaux, puisque jusqu'à présent aucun invertébré terrestre n'a été mis en évidence.



8. Plan de la base de Port-Martin. Année 1950.

Les mesures du vent furent effectuées avec un anémomètre à main, appareil d'ailleurs utilisé par la station météorologique avant l'installation des enregistreurs. Les chiffres retenus représentent la moyenne de quelques minutes d'observation. Il y a certainement un facteur personnel, mais deux éléments favorables à la précision sont la régularité fréquente du vent de Terre Adélie d'une part, l'entraînement de l'observateur d'autre part, qui fit toutes les mesures lui-même.

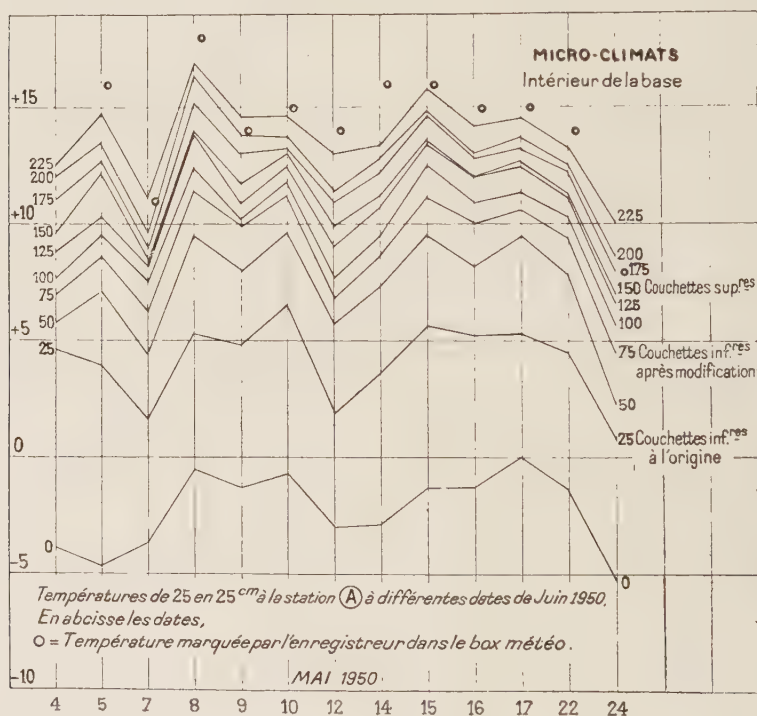
Le gradient du vent a pu être donc grossièrement établi pour des altitudes de 1, 10, 25, 50, 100 et 150 cm. Comme pour la température, l'exploration de la couche limite a été impossible.

2°) LE MICRO-CLIMAT DE LA BARAQUE.

La base, construite d'après les plans et sous la direction effective de Y. VALETTE, Ingénieur civil des Ponts et Chaussées, avait la forme d'une croix épaisse (voir figure n° 8).

La hauteur au niveau de l'arête médiane du dièdre du plafond atteignait 2 m 30.

Toutes les parties de la base, sauf le local photographique et le local Radio, qui n'ont pas été étudiés, communiquaient largement entre elles au-dessus de 1 m 75 de hauteur.



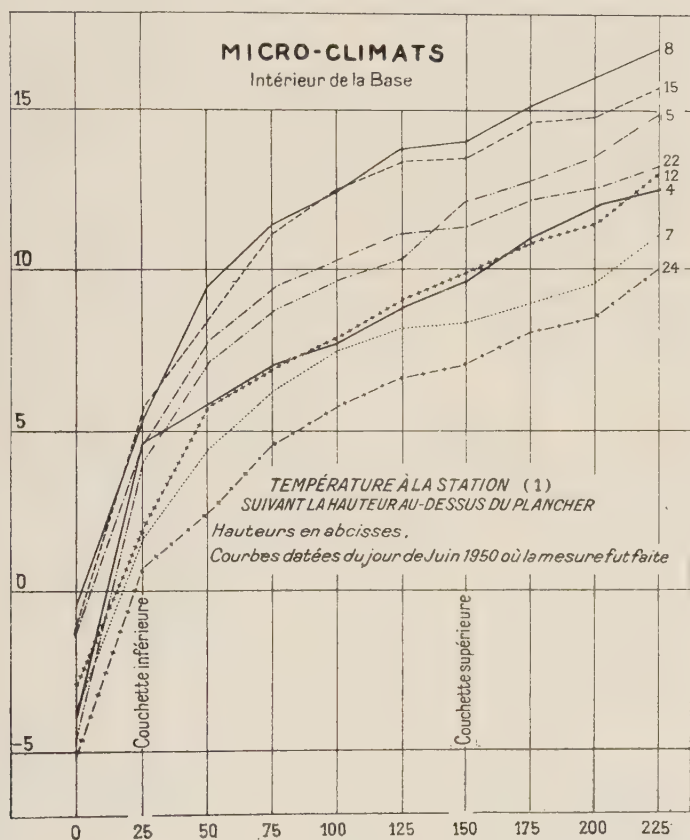
9. Micro-climat de la baraque.

Courbes de température dans la « Chambre à coucher » en mai 1950. Chaque courbe représente 13 mesures pour la même altitude. Les mesures ont été faites tous les 25 cm. Il existe un important gradient thermique surtout entre le sol et 1 m. Les courbes 25, 75, 150 correspondent aux altitudes des couchettes.

L'isolement thermique était excellent au niveau des murs qui comportaient deux panneaux (contre-plaqué, isorel contre-plaqué) entre lesquels se trouvait une lame d'air fragmentée en cellules multiples par du papier métallisé plissé anti-rayonnement.

L'isolement était moins bon au niveau du plancher qui ne comportait qu'une couche de planches de parquet par-dessus une couche d'isorel.

L'installation du charbon et des vivres, puis l'enneigement (ou plutôt l'englacement) empêchaient en principe tout mouvement important d'air sous le plancher.

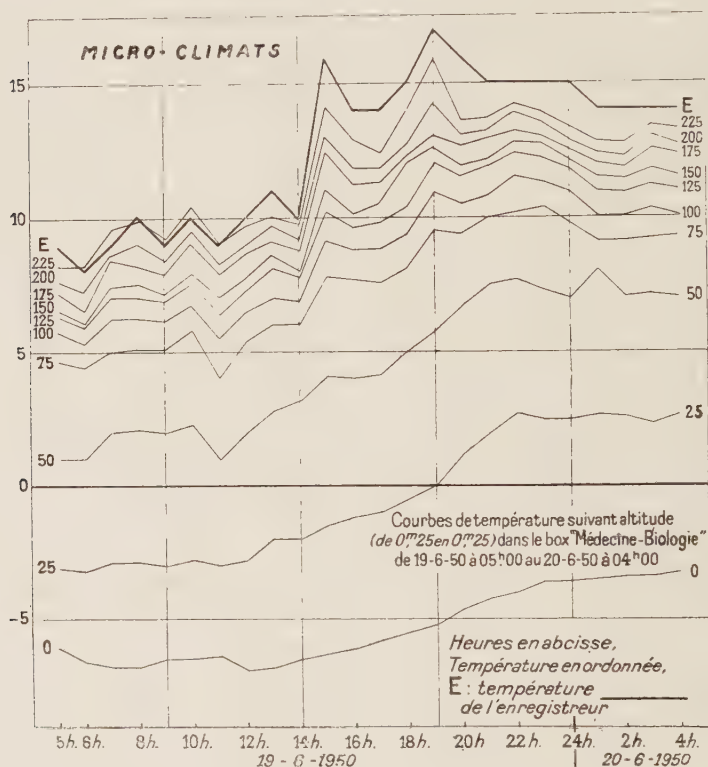


10. Micro-climat de la baraque. Mêmes mesures que précédemment. Chaque courbe représente la température en fonction de l'altitude pour une date donnée, dans la « Chambre à coucher ».

On peut dire que la base ainsi construite était un véritable calorimètre, tant son isolement thermique était efficace. La nuit, l'ouverture de la porte pour les rondes et les observations météorologiques se traduisait par un crochet du tracé du thermomètre enregistreur.

Le chauffage était assuré par un seul poêle à charbon à feu continu

et par la chaleur dégagée par les occupants. La cuisinière calorifugée ne dégageait qu'une faible quantité de chaleur. On peut admettre que la quantité de charbon utilisée pour le chauffage n'a pas dépassé 25 kg par 24 heures, soit 130.000 calories (1).



11. Micro-climat de la baraque.

Chaque courbe représente 24 températures horaires aux altitudes 0, 25, 50, 75, 100 cm, etc... entre le 19 juin 1950 à 5 h. et le 20 juin 1950 à 4 h. dans le box Médecine Biologie. Très fort gradient thermique surtout entre 0 et 1 m.

Réchauffement progressif de la base. Le tracé de l'Enregistreur est plus élevé car l'appareil se trouvait plus près du poêle et il existait un gradient thermique horizontal important.

L'humidité mesurée à de nombreuses reprises et à des hauteurs variables a donné des chiffres variant de 45 à 65 % dans le box de

(1) En prenant le chiffre de 5.200 calories, chiffre effectif pour 1 kg de charbon.

Médecine-Biologie pour des températures de $+4^{\circ}$ à $+12^{\circ}$; ce qui indique une atmosphère relativement sèche.

Le vent n'était évidemment pas mesurable et la circulation de l'air, commandée par la convection naturelle, méritera une étude ultérieure spéciale.

La température était dans la baraque le facteur climatique essentiel. Les mesures ont montré des différences importantes suivant la hauteur, c'est-à-dire un gradient thermique très fort. (Courbes n° 9, n° 10 et n° 11).

On voit que le plancher et l'air, à 1 cm du plancher, se trouvaient constamment (et cela en tous les points de la baraque) à une température négative variant de 0 à -5 par exemple dans la chambre à coucher. (Courbes n° 9 et 10).

A 25 cm de hauteur, la différence est déjà importante. Si la température y est encore le plus souvent inférieure à 0° C dans le box de Médecine-Biologie, elle est par contre dans la chambre à coucher entre 0 et $+5$. A 1 m 50 au même point, la courbe se place entre $+7$ et $+14^{\circ}$ C.

Pratiquement, nous n'avons pas souffert dans la journée du plancher froid à cause des « polar boots KNUDSEN » qui réalisaient un isolement excellent. *Mais la nuit les hommes se trouvaient vraiment dans deux micro-climats différents :*

— les habitants des couchettes inférieures, dans un air entre 0° et $+5^{\circ}$ avec de la glace sous les matelas,

— les habitants des couchettes supérieures entre $+7^{\circ}$ et $+14^{\circ}$.

Les premiers accusèrent d'ailleurs des algies diverses qui furent très améliorées par surélévation de leur couchette jusqu'à la hauteur de 1 m. Ils changèrent ainsi de climat et vécurent désormais entre $+6,5$ et $+12,5^{\circ}$ C.

Cette stratification des températures, banale dans toutes les bases polaires, pourrait évidemment être très améliorée par un système de ventilation et de chauffage techniquement simple à étudier et à réaliser.

Le micro-climat de la baraque, en air calme, est essentiellement caractérisé par son gradient thermique très fort.

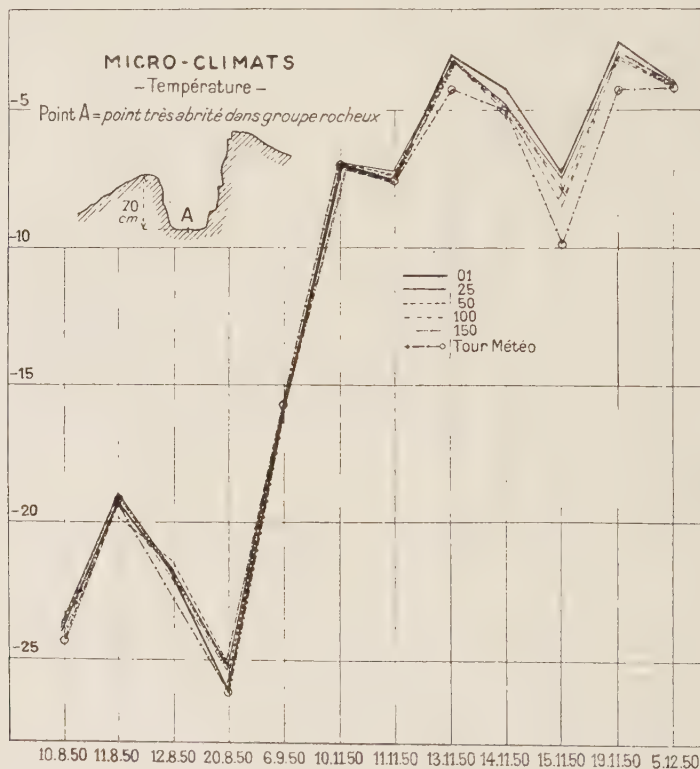
3°) LES MICRO-CLIMATS EXTÉRIEURS s'opposent exactement au micro-climat intérieur.

La température ne joue plus, le vent devient l'élément essentiel, quel que soit le point étudié, étant donné son action sur le refroidissement. A cause de la convection forcée, *il n'y a pas pratiquement de gradient thermique* (1).

Ceci est parfaitement en accord avec les observations classiques : « *La tempête détruit les micro-climats* » (GEIGER, p. 116).

(1) Dans les moments de calme, l'été sur les rochers sombres, il existe certainement un gradient thermique semblable à celui des autres pays. Mais nous considérons que les calmes ne sont pas caractéristiques du climat de Terre Adélie.

Mais l'aphorisme de GEIGER est valable dans nos régions où les jours de tempête sont exceptionnels et où la température est le facteur le plus important du climat. Ce n'est plus exact en Terre Adélie où la tempête est pendant 10 mois de l'année l'état habituel de l'atmosphère et où la température est un facteur secondaire de refroidissement. *Il existe alors un gradient de vent très fort, et à cause du gradient de vent des micro-climats très marqués. Il faut renverser l'aphorisme de GEIGER et écrire : « En Terre Adélie la tempête crée les micro-climats ».*



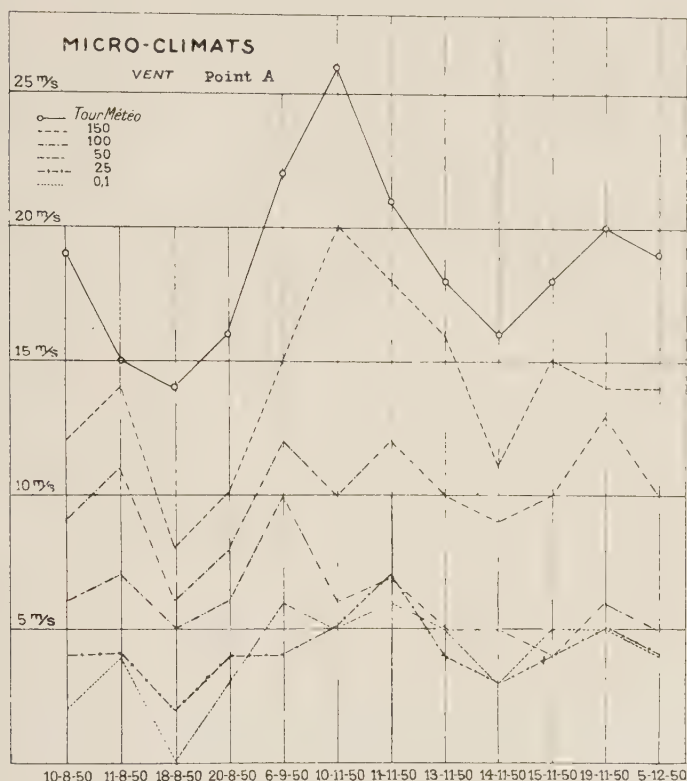
12. Micro-climat d'un « abri naturel » (Point A) dans les rochers de Port-Martin. Courbe de températures aux altitudes 0, 25, 50, 100, 150 cm. Il n'y a pratiquement pas de gradient thermique. La température près du sol est très légèrement supérieure à celle de l'abri météo. Comparer avec les courbes 9 et 11, courbes du même type obtenues dans la baraque.

Voici les caractéristiques de quelques points étudiés :

- a) Micro-climat d'un creux très abrité dans un groupe de rochers. C'est le cas du « point A » choisi au milieu des rochers portant

l'abri météorologique et réalisant un des abris les meilleurs qu'un animal de petite taille puisse trouver à Part-Martin. Le profil dans le sens du vent est représenté figure n° 12.

Le graphique de 12 mesures (Figure n° 12) montre que les températures entre 1 cm et 150 cm sont extrêmement voisines : tout au plus une différence de quelques dixièmes de degré en faveur du thermomètre inférieur, différence due sans doute au rayonnement.



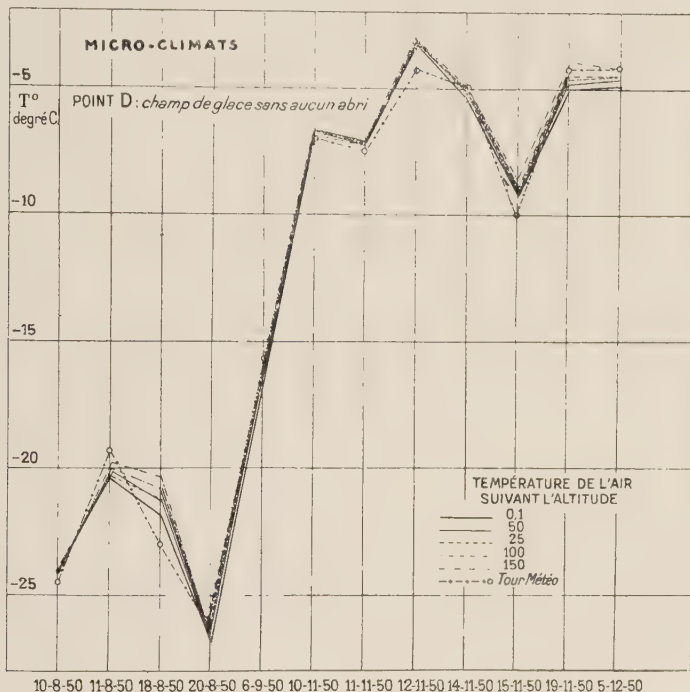
13. Micro-climat d'un « abri-naturel » (Point A) dans les rochers de Port-Martin.

Courbe de la vitesse du vent aux altitudes 01, 25, 50, 100, 150 cm. Il existe un gradient de vent considérable. Même à 1 m 50, le vent est nettement inférieur, à cause de l'action du relief, au vent enregistré à la tour anémométrique.

Le graphique des vitesses de vent correspondantes (Figure n° 13) met au contraire en évidence un gradient de vent très fort.

0 à 6 m/s au sol
4 à 10 m/s à 50 cm
8 à 20 m/s à 150 cm

alors que le « vent général » de la tour météo s'inscrit entre 14 et 26 m/s. Les courbes sont plus resserrées qu'au point A, le vent au sol est plus fort (mais malgré tout réduit de moitié par rapport au vent général) à 1 m 50 le vent est très voisin de celui de l'anémomètre, l'influence du sol se fait à peine sentir. (Figure n° 16).



15. Micro-climat d'un champ de glace sans abri (Point D). Gradient thermique très faible. La température auprès du sol est un peu plus basse que celle de l'abri météo.

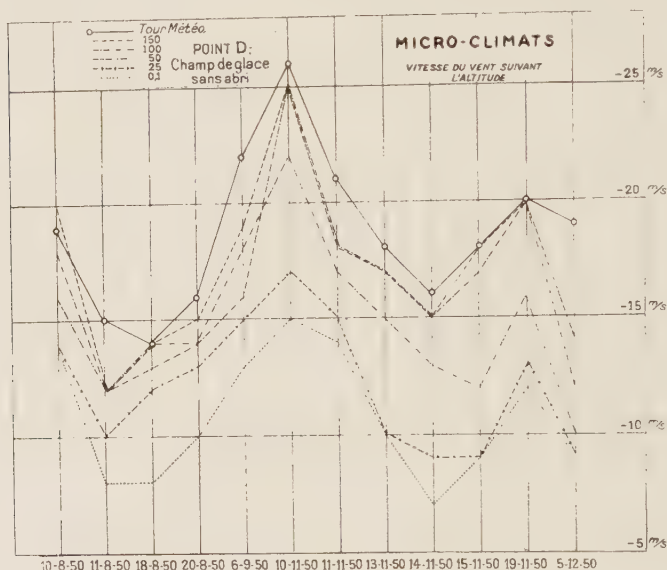
c) Micro-climat des sasstruggis.

Les sasstruggis sont des dépressions creusées dans le névé par les vents, allongées dans le sens des vents dominants. (Fig. n° 18).

Ceux qui existaient à Port-Martin, dans le voisinage immédiat de la base, soit sur le continent, soit sur le pack, avaient des dimensions variant de 2 à 3 et 4 m pour la longueur, 20 à 90 cm pour la largeur et 15 à 50 cm pour la profondeur. Les manchots, couchés dans les sasstruggis auraient pu, pouvait-on penser, y trouver un bon abri. Pourtant cette position a été rarement observée. Et en fait, les mesures dans les sasstruggis se sont montrées très peu différentes des

mesures sur la glace plate. Ceci est sans doute dû à l'orientation des dépressions dans le sens du vent.

Les courbes n° 17 montrent que les vitesses à 1 cm du fond du creux, les vitesses à 10 cm du fond du creux, et les vitesses à 1 cm de l'arête (Voir fig. n° 18) sont en fait très voisines et de l'ordre de la moitié du vent général. Les courbes de 0 m 50 et de 1 m 50 sont



16. Micro-climat d'un champ de glace sans abri (Point D). Gradient de vent. Le ralentissement dans les basses couches est beaucoup moins marqué qu'au point A abrité dans un groupe rocheux. A 1 m 50, le vent est très voisin du vent enregistré à la tour anémométrique. Comparer avec la figure 13.

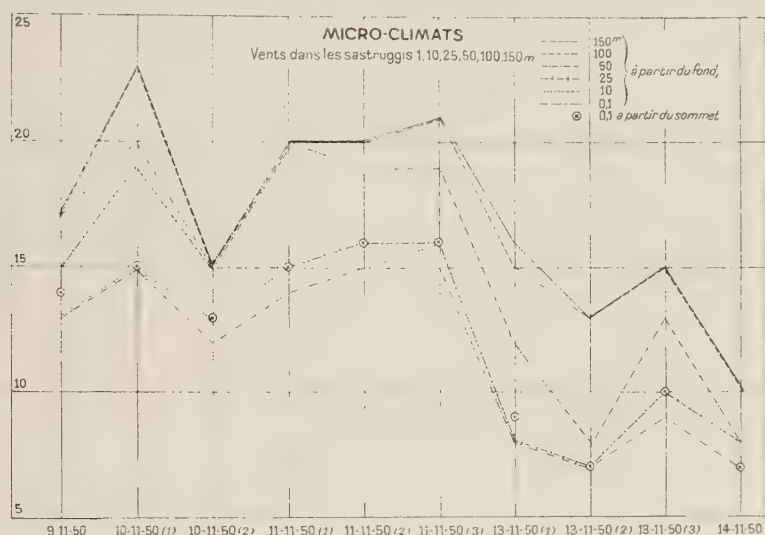
plus rapprochées l'une de l'autre qu'au point D. Mais ceci peut être dû au fait que les mesures ont été effectuées dans des vents moins violents, ou au fait que les positions des deux points sur la presqu'île étaient assez éloignées l'une de l'autre, et l'écoulement de l'air dans les basses couches diffèrent parce qu'influencé différemment par le relief. Quoi qu'il en soit, il semble que les sasstruggis ne fournissent pas une protection efficace aux animaux antarctiques.

d) Micro-climat des crevasses.

Il était difficile à étudier à Port-Martin, la zone des crevasses de l'inlandsis étant éloignée de la base. Mais l'intérêt de ces crevasses paraît minime au point de vue biologique. Au contraire, les crevasses de la glace de mer sont habitées par les phoques de Weddell.

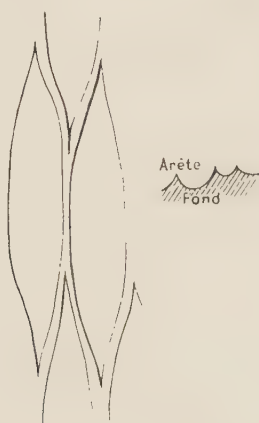
Les mesures ont eu lieu dans les crevasses de marées devant le front

de la presqu'île. Elles étaient difficiles par suite de l'étroitesse des crevasses, avec le matériel existant. La lecture du thermomètre et de



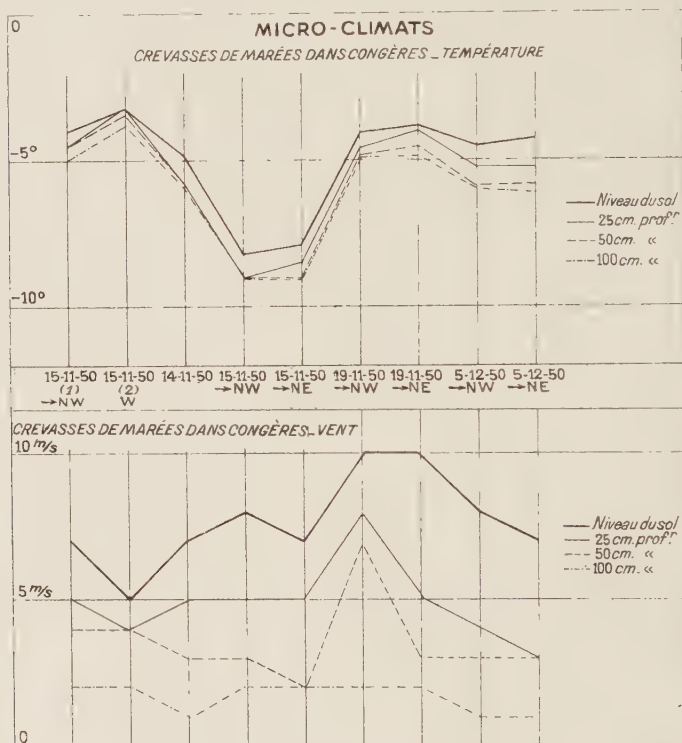
17. Micro-climat des sastruggis. Gradient de vent suivant l'altitude. Le freinage du vent dans les basses couches est du même ordre qu'au point D, (champ de glace). Le vent dans le creux et le vent sur l'arête du relief sont très semblables.

L'anémomètre descendus au bout d'une perche graduée, devait se faire à l'aide d'un miroir.



18. Schéma du relief formé par les sastruggis.

La direction des crevasses, contrairement à ce qu'on prévoyait, est apparue à peu près sans importance (Fig. n° 14).



19. Micro-climat des crevasses. Gradient des températures suivant la profondeur. Au moment de la mesure, la température était un peu plus basse dans les crevasses que dans l'air au-dessus du sol.

20. Micro-climat des crevasses. Gradient de vent suivant la profondeur. Le vent est très faible à 1 m de profondeur.

Les courbes de température (Fig. n° 19) sont une fois de plus très voisines, la profondeur explorée jusqu'à 1 m étant un peu plus froide que la surface.

Le vent diminue assez rapidement, moins vite pourtant qu'on aurait pu s'y attendre.

Avec un vent au sol de 5 m/s, soit un vent de 10 à 20 à l'anémomètre de la tour météorologique, on trouve des chiffres de :

4 à 8 m pour	25 cm de profondeur	
2 à 7 m »	50 cm	»
0 à 2 m »	100 cm	» (Fig. n° 20)

On peut dire que les crevasses de marée constituent un bon abri.

Les phoques, s'ils viennent respirer au fond, y bénéficient d'un micro-climat très favorable.

Les crevasses de la glace de mer, qui ne dépassent pas 50 cm de profondeur habituellement n'ont pas été explorées. Les résultats au point de vue vitesse de vent ne doivent pas être différents. Par contre, la température est peut-être un peu plus élevée auprès de l'eau.

Ces premiers et très modestes résultats micro-climatologiques obtenus dans des conditions de travail et d'appareillage particulièrement précaires, demandent à être très largement complétés et même vérifiés. Ils mettent en valeur les différences considérables entre micro-climats effectivement subis par les animaux et climat général défini par la station météorologique. Il faut constamment les rapporter aux résultats de l'étude du refroidissement en fonction du vent.

CHAPITRE IV.

LA VIE EN TERRE ADÉLIE.

Sans essayer de faire un catalogue des espèces vivant sur la côte de Terre Adélie, et qui vont jouer un rôle dans l'« Acclimatation » des vertébrés supérieurs, ni d'esquisser la biocénose de ce secteur, on mentionnera seulement quelques caractères particuliers.

D'une manière générale, *il n'y a aucune comparaison possible entre l'Arctique riche en végétaux et en animaux, et l'Antarctique à peu près désert aux mêmes latitudes.*

La Terre Adélie paraît défavorisée par rapport à certaines autres parties de l'Antarctique, comme la Terre de Graham (où existent par exemple deux espèces de phanérogames).

Il faut opposer immédiatement la richesse de la vie marine, et l'insignifiance de la vie proprement terrestre.

LA VIE MARINE est relativement intense devant la côte de Terre Adélie. L'inventaire en est à peine commencé. On peut juger de son abondance par le fait qu'elle nourrit en dehors des cétacés relativement nombreux au large, les phoques, les manchots, et directement ou indirectement tous les animaux antarctiques.

Les espèces végétales sont essentiellement des algues. Le plancton, le benthos sont riches en *diatomées* et il existe des lamineuses géantes abondantes et de nombreuses espèces de grandes algues.

La plupart des groupes d'Invertébrés sont largement représentés (1) et le Zooplancton (qui n'est pas encore très étudié) peut être considéré comme aussi riche que dans toutes les eaux antarctiques. Les *crustacés* sont particulièrement nombreux. Quelques espèces de *poissons* rassemblent un grand nombre d'individus. Les *mammifères* marins sont, soit des *cétacés* dont le plus fréquent est un Delphinidès : l'orque (*Orca Orca*) carnassier redoutable ; soit des *Pinnipèdes* représentés par deux espèces nombreuses (Phoque de Weddell ou Phoque crabier) et une espèce rare (Léopard de Mer). Les oiseaux qui sont, soit des *pêcheurs*, soit des *prédateurs des pêcheurs*, dépendent donc également exclusivement de la VIE MARINE.

(1) Une longue série d'études des invertébrés de ce secteur Antarctique a été publiée dans les rapports de l'Australasian Antarctic Expedition 1911-1914 (Sir D. MAWSON).

LA VIE PROPREMENT TERRESTRE qui n'a comme biotope que quelques kilomètres carrés de rochers nus, balayés par le blizzard, sans terre au sens habituel du mot, est extrêmement réduite.

Aucune espèce animale en particulier, aucun insecte n'a été découvert jusqu'à présent (les parasites éventuels des oiseaux n'entrent pas dans le cadre de la vie proprement terrestre) en Terre Adélie, alors que des Collemboles ont été étudiés dans la plupart des autres points de l'Antarctique. Toutefois, les tamisages effectués à Port-Martin n'ont pas encore été examinés.

Les végétaux macroscopiques sont réduits à quelques espèces de lichens très pauvrement représentées dans certains groupes rocheux et à une algue verte pas beaucoup plus abondante.

Par contre, il existe une flore bactériologique qui peut présenter de l'importance pour les vertébrés et en particulier pour l'homme et sur laquelle il faut insister.

On pouvait penser, a priori, que la côte de Terre Adélie, sur laquelle nous étions les premiers hommes à débarquer et à vivre, devait être très pauvre en germes. Pourtant, la flore bactériologique antarctique est relativement variée, comme l'ont montré les recherches de EKELOF à Snow Hill au cours de l'Expédition Nordenskjöld, de J. B. CHARCOT et M^{lle} TSIKLINSKI en Terre de Graham, de MAC LEAN dans le secteur même de la Terre Adélie au cours de l'Expédition MAWSON (1912-1913).

Ce dernier auteur a cultivé des levures, des cocci, des cocco-bacilles, des bacilles mobiles ou immobiles dans le sol, les moraines, la glace vierge à plusieurs kilomètres au sud de sa base, la neige des sassstruggis, le « drift » et même la neige tombante. Il pense que des *micro-organismes, véhiculés par l'air à partir des autres continents viennent tomber avec les précipitations atmosphériques jusqu'au centre de l'ice-cap*, sont ensuite pris dans la glace, emportés par le blizzard, et viennent finalement à la côte et à la mer. Ce cycle impressionnant, qui ferait réviser la conception azoïque du centre de l'Antarctide demanderait à être vérifié.

Dans les produits d'origine animale, déjections, guano, dans le tube digestif des animaux antarctiques, beaucoup d'espèces microbiennes banales ont été mises en évidence (notamment par M^{lle} TSIKLINSKI qui a isolé 24 espèces des prélèvements et cultures de J. B. CHARCOT, et par MAC LEAN).

Un bacille anaérobie sporulé « semblable au bacille tétanique » aurait été isolé du guano et du sol à Gaussberg par le Dr GAZBERT de l'Expédition Von DRIGALSKI (1901-1903).

Des prélèvements de sol ont été effectués sur la côte de Terre Adélie par notre expédition, conservés au froid, et expédiés par avion à l'Institut Pasteur. La flore *aérobie* n'a pas encore été étudiée. La flore *anaérobie* au contraire a fait l'objet d'une étude de A. R. PREVOT et M. MOUREAU (1952). Ils ont montré que : « La micro-flore anaérobie hétérotrophe de la Terre Adélie est la même que toutes les flores telluriques du monde : elle comprend un groupe nécessaire sporulé (*Clostridium*, *Caproicum*, *Welchia perfringens*, *Clostridium sporoge-*

nes, *Plectridium ovalaris*), et un groupe contingent asporulé (*Cillobacterium endocarditis*, *cillobacterium silvestris*, *eubacterium nitritogenes* et *Cadaveris*). Les auteurs ont noté que *Cillobacterium silvestris* n'avait été isolé auparavant que dans la forêt primaire équatoriale de la côte d'Ivoire ; *Eubacterium nitritogenes* n'avait été isolé antérieurement qu'en France et en Indochine ; *Eubacterium cadaveris* et *Plectridium ovalaris* en France seulement. Cette flore appartient à ce que A. R. PREVOT définit comme « *microflore originelle* », celle des sols vierges avant l'intervention de l'homme.

On peut conclure :

En Terre Adélie, dans l'état actuel des recherches, la vie terrestre n'est représentée que par quelques végétaux inférieurs, tous les animaux et, en particulier, les Vertébrés, vivent dans la mer ou vivent de la mer.

DEUXIÈME PARTIE.

ACCLIMATATION PHYSIOLOGIQUE.

CHAPITRE IV.

GENERALITES.

Comme le « climat », la flore et la faune varient selon les secteurs de l'Antarctique. En Terre de Graham, des espèces végétales et animales existent, qui n'ont pas pu s' « acclimater » en Terre Adélie.

Seul, le secteur de Terre Adélie sera envisagé ici.

On peut en effet estimer que, dans l'état actuel de nos connaissances, il réalise une des expressions extrêmes du climat de la côte Antarctique. L'acclimatation d'êtres vivants aux conditions de l'inlandsis ne peut être envisagée, car la documentation manque complètement à ce sujet (1). Le milieu marin est, rappelons-le, en dehors de notre sujet.

Dans les conditions de « climat » que l'on a tenté de définir dans les pages précédentes, des *vertébrés supérieurs homéothermes* ont réussi à se maintenir et sont même sans doute en équilibre. A l'inverse

(1) Voir l'hypothèse de MAC LEAN dans la première partie, p. 57.

de ce qui est observé dans les régions désertiques, *si le nombre des individus est parfois important, le nombre des espèces est extrêmement restreint*. Seules les espèces, qui au cours de l'évolution ont pu s'adapter, s'acclimater au pays, ont survécu. *Aucune de ces espèces ne présente de phénomènes d'hibernation*. Il est important de remarquer d'emblée qu'une seule espèce aérienne, le manchot Empereur (*Aptenodytes Forsteri*) subit réellement les conditions très sévères de l'hiver de Terre Adélie.

Le problème essentiel posé aux Vertébrés supérieurs est un problème d'énergie.

La « *demande calorique* » du milieu, comme on l'a vu, est très importante.

L'énergie solaire reçue directement ou par l'intermédiaire du rayonnement du sol est, sauf situation exceptionnelle, faible pendant l'été et extrêmement faible pendant l'hiver. Mais il y aurait lieu de l'étudier quantitativement et qualitativement, avant de savoir dans quelle mesure elle peut être effectivement utilisée par les animaux antarctiques.

L'énergie considérable du vent est sans doute dans certains cas une aide pour les oiseaux qui volent. Au contraire, elle est pour les manchots une cause importante de perte de chaleur.

Aucun aliment utilisable n'existe sur le continent lui-même.

La seule source d'énergie alimentaire est la mer, riche en végétaux, en invertébrés et en poissons. Mais pour les animaux aériens, l'accès à la mer est, pendant la plus grande partie de l'année, difficile et incertain du fait de la glace de mer.

Pour l'homme, le problème se pose très différemment.

CONSIDERATIONS SUR LA THERMO-REGULATION.

Il n'est pas question de reprendre ici le problème complexe de la thermo-régulation chez les Vertébrés homéothermes et chez l'homme en particulier. Mais il a paru intéressant de mettre en valeur *quelques points particuliers, qui semblent prendre dans l'Antarctique une importance spéciale.*

Le problème des échanges thermiques de l'organisme homéotherme avec le milieu extérieur peut être schématisé dans les courbes établies par YAGLOU au cours des recherches de l'A.S.H.V.E. (Graphique n° 21), et par la figuration classique de GIAJA (1938) (Graphique n° 22).

Elles mettent en évidence les facteurs des échanges thermiques ; d'une part, le métabolisme ; d'autre part, conduction, convection, rayonnement, évaporation, ainsi que les possibilités et les limites de la thermo-régulation.

1) L' « ENVELOPPE ET LE NOYAU ».

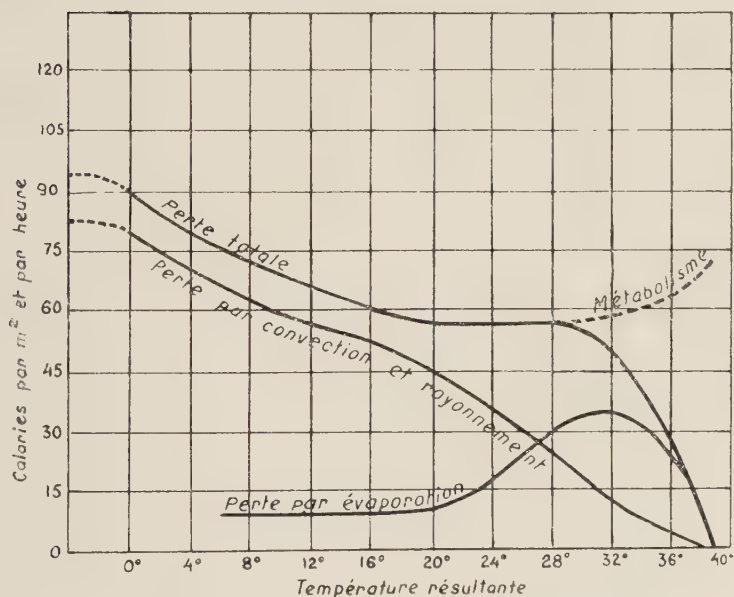
Le problème de la thermo-régulation envisagé du point de vue thermodynamique par GAGGE (cité et commenté par KAYSER et METZ 1950) permet d'écrire l'équation générale suivante :

$$M + S + E + R + C = 0 \quad (1)$$

avec :

- M = métabolisme énergétique (déterminé par les échanges gazeux),
- S = « storage » c'est-à-dire l'augmentation ou la diminution de la quantité totale de chaleur contenue dans le corps correspondant évidemment à une augmentation ou à une diminution de la température,
- E = perte de chaleur par évaporation (sensible et insensible),
- R = perte par rayonnement,
- C = perte par conduction, convection, les auteurs ayant montré que les pertes par conduction et par convection pouvaient être réunies en un seul terme.

THERMO-RÉGULATION DE L'HOMME

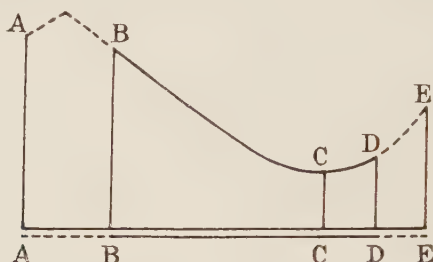


Pertes calorifiques du corps humain normalement habillé et au repos en fonction de la température résultante pour une humidité de 95%.

21. Représentation schématique des échanges thermiques de l'homme d'après YAGLOU in « La Chaleur Animale » de MISSENAUD. L'ordonnée de la courbe « perte totale » est égale à la somme des ordonnées des courbes « perte par évaporation », et « perte par convection et rayonnement ».

Au-dessous de l'abscisse 0°R, les courbes ont été prolongées arbitrairement pour figurer l'hypothermie : le métabolisme devient inférieur aux pertes totales. La température du corps baisse.

Les auteurs ont alors pratiqué une expérimentation délicate et complexe sur l'homme dans des ambiances diverses : mesure de la température de l'air, de son degré hygrométrique, et de sa vitesse ; température centrale du sujet, température moyenne de sa peau, détermination de l'aire de radiation du corps, de sa surface de convection, de l'eau évaporée, de son métabolisme.



22. Représentation schématique de la thermo-régulation chez l'homme d'après GIAJA in FREDERICQ H. Physiologie humaine 1944 (1).

Ils ont pu alors exprimer les termes de l'équation (1) en fonction des chiffres expérimentaux. Pour cela, ils ont dû adopter une « formule de convection », un « coefficient de convection » du corps humain ; ils ont été amenés à la notion de température opérative, ils ont dû opérer des transformations multiples.

Quand on applique ce travail à la lutte contre le froid :

— la variation de M représente la thermo-régulation chimique,

E atteint un minimum inéluctable au-dessous de 25°C, cette valeur minimum étant de l'ordre de 15 cal/m²/h (KAYSER et METZ, p. 19).

R + C sont exprimés très simplement après calculs et conventions licites par WINSLOW HERRINGTON et GAGGE (1937 a) comme on l'a vu plus haut :

$$R + C = k_o (T_s - T_o)$$

où T_s = température de la peau,

T_o = température opérative de l'ambiance (avec air immobile),

k_o = une constante globale de déperdition du corps humain considéré,

S = « résultat » de la lutte contre le froid, correspondant au maintien, à l'élévation ou l'abaissement de la température du corps.

R + C représente la thermo-régulation physique.

Si l'on admet que l'organisme est pratiquement incapable de modifier k_o , coefficient d'échange entre la surface de la peau et le milieu ambiant, *on peut dire que du côté du froid la thermo-régulation physique se ramène aux mécanismes qui abaissent la température de la peau* (KAYSER et METZ, p. 111).

(1) Métabolisme en fonction de la température. A = Mort par le froid, B = Métabolisme de sommet, C = Métabolisme de base, E = Mort par le chaud, AB = Hypothermie, BD = Homéothermie, DE = Hyperthermie.

Mais il faut reconnaître que d'autres auteurs (REIN H., 1943, RUSSEL G., FRAZIER, 1945, par exemple) insistent sur la *déshydratation de la peau* qui modifierait dans un sens favorable la conductibilité thermique de la peau.

De toute façon, on est conduit à la *notion de l'enveloppe et du noyau* dont l'évolution opposée de la température rectale et de la température cutanée au cours d'un refroidissement généralisé du corps, est l'expression la plus frappante (KAYSER et METZ, p. 112). Cette notion de l'enveloppe et du noyau formant « deux zones fonctionnellement distinctes dont les réponses au froid sont distinctes et complémentaires » (KAYSER et METZ, p. 112) que l'on retrouve déjà chez LIEBERMEISTER (1859), LEFEBVRE (1898), est confirmée par KOENIG (1943), REIN (1943), etc...

Enveloppe à température variant dans de larges limites, véritable « radiateur à effet variable » (GRANT, PEARSON) dont PENNES (1948) a fait une analyse thermodynamique complète en l'appliquant à l'avant-bras humain.

Noyau central à température constante dans les limites où la thermorégulation peut être maintenue.

« La séparation en enveloppe cutanée et noyau central a pour effet « d'exclure complètement la convection thermique par voie sanguine ». (KAYSER et METZ, p. 116).

WELTZ et REITER (1944) ont même pu calculer les masses respectives de l'enveloppe et du noyau à partir de mesures calorimétriques et thermométriques. Chez le cobaye, ils sont arrivés au chiffre suivant :

$$\frac{\text{Masse du noyau}}{\text{Masse de l'enveloppe}} = 7,5 \text{ à } 9$$

Si on a cru devoir insister sur cette notion de séparation de l'enveloppe et du noyau, dans la lutte contre le froid, c'est que *selon toute vraisemblance, elle joue un rôle important chez les animaux antarctiques, et dans l'acclimatation de l'homme.*

Il serait très intéressant, pensons-nous, de pouvoir mesurer la température cutanée et d'étudier la topographie thermique des manchots, par exemple, et de l'homme vivant réellement dans des conditions de froid intense.

2) LES MOUVEMENTS DE L'EAU DANS LA THERMO-RÉGULATION et la lutte contre le froid paraissent importants dans l'acclimatation antarctique : polyuries, perte d'eau par la salive, les larmes, l'écoulement nasal, surtout *déshydratation de la peau* sur laquelle insiste justement RUSSELL G. FRAZIER (1945). Ils interviennent sur le débit sanguin, la chaleur spécifique du sang, la conductibilité thermique des tissus.

3) LE MÉTABOLISME DE SOMMET et le coefficient métabolique (GIAJA) discutés par KAYSER et METZ, p. 137, sont encore des notions fondamentales dans l'acclimatation au froid. La valeur et l'efficacité de la thermorégulation d'une espèce dépendent largement de la valeur du métabolisme de sommet et du temps pendant lequel il peut être maintenu.

C'est du métabolisme de sommet que dépend dans une large mesure la survie de l'homéotherme, qui doit lutter, pendant une durée limitée, contre les paroxysmes du climat antarctique.

CHAPITRE V.

LES OISEAUX.

Les autres vertébrés (Pinnipèdes et Cétacés) étant essentiellement adaptés au milieu marin, les seuls homéothermes aériens de Terre Adélie sont des oiseaux ; encore le nombre d'espèces est-il extrêmement restreint. *Leur acclimatation*, quand elle existe réellement, fait intervenir *leur morphologie*, mais aussi *leur genre de vie*, et *leur comportement*, leur écologie et leur éthologie.

I. — PÉTRELS ET SKUAS.

Ces deux groupes, oiseaux de mer, bons voiliers, ne posent pas en réalité de problèmes d'acclimatation très particuliers.

La plupart d'entre eux ne passent sur la côte que les 3 mois d'été pour leur période de reproduction.

Tous évitent par leur migration, ou sont capables d'éviter par leurs déplacements, les terribles conditions du « temps catabatique » de Terre Adélie.

Le problème de thermo-régulation est donc pour eux extrêmement simplifié. Le rayonnement des rochers sombres, pendant l'été, les micro-climats des groupes rocheux, enfin, le choix de l'emplacement du nid, les placent dans des conditions d'échanges thermiques très favorables.

Le problème de l'alimentation est résolu, soit par la pêche, utilisant la source d'énergie alimentaire marine, soit par la vie de prédateurs carnivores aux dépens des manchots et des phoques.

Le Pétrel antarctique (Thalassoica Antarctica) et le Pétrel des neiges (Pagodroma Nivea) sont véritablement antarctiques par leur distribution géographique ; pêcheurs, oiseaux du pack-ice, ils ne sont liés à la côte que par leur reproduction estivale.

Le Pétrel glacial (Priocella Glacialoides) a la même vie mais remonte parfois jusqu'en Nouvelle-Zélande et même jusqu'à Ste-Hélène (MURPHY, 1938) (ALEXANDER, 1928).

Le Pétrel de WILSON (Oceanites Oceanicus) et le Damier du Cap (Daption Capense), avec la même reproduction et la même vie marine, ne sont nullement cantonnés aux eaux antarctiques. Le Damier fréquente les climats sub-tropicaux de l'Hémisphère Sud ; le Pétrel de Wilson ou Pétrel des tempêtes si bien étudié par B. ROBERTS (1940), est rencontré sur tous les océans, de la côte antarctique au Labrador.

Le Pétrel géant (Ossifraga Gigantea) et le Skua (Catharacta Maccor-

micki), carnivores, dépècent les cadavres, tuent les jeunes manchots et sans doute les phoques, volent les œufs. Ils ne sont pas limités à l'Antarctique et on peut les rencontrer beaucoup plus au Nord. Ils arrivent sur la côte en octobre en même temps que les manchots Adélie, mais CENDRON (1952) a observé des Pétrels géants en juin au milieu de l'hiver auprès de la roquerie de manchots Empereurs de Pointe Géologie ; MAWSON au printemps a vu des Skuas à 200 km à l'intérieur du continent ; WILSON vit apparaître le même oiseau à 300 km de la mer après le dépeçage d'un chien, SCOTT l'a aperçu à 300 km du pôle.

Ces oiseaux posent essentiellement des problèmes de migration, de distribution géographique très vaste, de choix de la côte antarctique pour leur reproduction, mais *ils ne sont pas véritablement acclimatés à la côte de Terre Adélie.*

II. — LE MANCHOT ADÉLIE.

Les 17 espèces de Manchots représentent le groupe d'oiseaux le plus complètement adapté au milieu marin, mais deux seulement, le *Manchot Adélie* (*Pygoscelis Adeliae*), et le *Manchot Empereur* (*Aptenodytes Forsteri*) sont acclimatés d'ailleurs très inégalement en Terre Adélie.

Le *Manchot Adélie* émigre vers le Nord pendant l'hiver. De mars à octobre, il vit dans le pack à la limite des glaces dérivantes. Il échappe ainsi au « climat catabatique » de la côte et trouve toujours de l'eau libre pour la pêche.

Cette migration hivernale peut être considérée comme traduisant une acclimatation insuffisante.

Le problème de thermo-régulation est singulièrement facilité par l'existence des micro-climats près du sol. Le chapitre précédent a montré que la demande calorique du milieu où vit le manchot Adélie est parfois 5 fois ou 10 fois moins forte que celle du « climat général ».

Le problème alimentaire (1) en cas d'existence prolongée de la glace de mer au printemps — mais à cette période seulement du cycle — présente des difficultés.

La morphologie de l'Adélie, sa forme profilée, son plumage très caractéristique, sont beaucoup plus témoins d'une adaptation au milieu marin, qu'au milieu antarctique. Sa vie sociale est commune à tous les manchots avec des différences de détail.

Par contre, un certain nombre d'éléments peuvent être considérés comme relevant d'une acclimatation antarctique.

— Des éléments morphologiques :

Forme massive, faible développement des membres réduisant la surface par rapport au poids, épaisseur de la couche de graisse sous-cutanée qui peut atteindre 2 cm ;

(1) Le manchot Adélie se nourrit presque exclusivement de crustacés schizopodes.

— Des éléments physiologiques :

Possibilité de jeûnes physiologiques prolongés pendant la période d'incubation des œufs, qui est aussi la période où la glace de mer est continue devant les roqueries de manchots Adélie. Ce jeûne peut atteindre 4 semaines (SAPIN-JALOUSTRE et BOURLIÈRE, 1951), entraînant une perte de poids de 1/4 du poids initial).

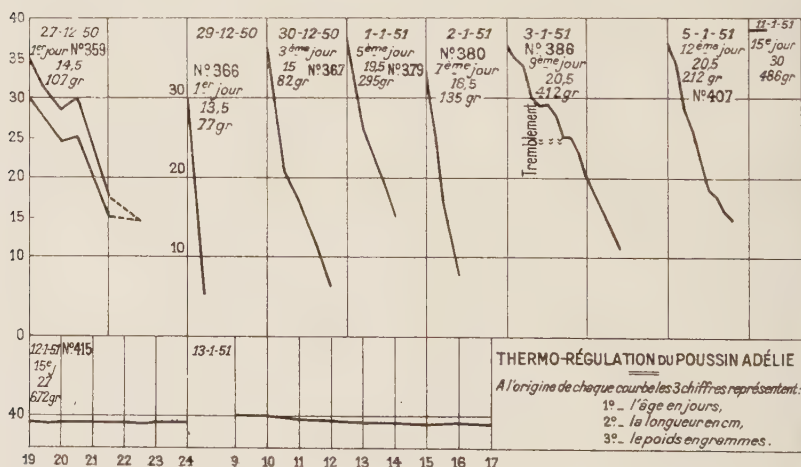
Résistance des œufs en incubation à des températures relativement basses (SAPIN-JALOUSTRE et BOURLIÈRE, 1951).

Etablissement précoce et efficacité de la thermo-régulation chez le poussin (Graphique N° 23).

Cette étude faite à Port-Martin pendant l'été 1950-51 montre que, à partir du 12^e jour, un poussin de poids normal est capable de résister au climat de cette période de l'année.

— Des éléments éthologiques :

L'organisation de crèches de poussins avec modification complète de la structure de la cité (SAPIN-JALOUSTRE et BOURLIÈRE, 1951) se produit quand les poussins ont environ 20 jours d'âge. A cette époque,

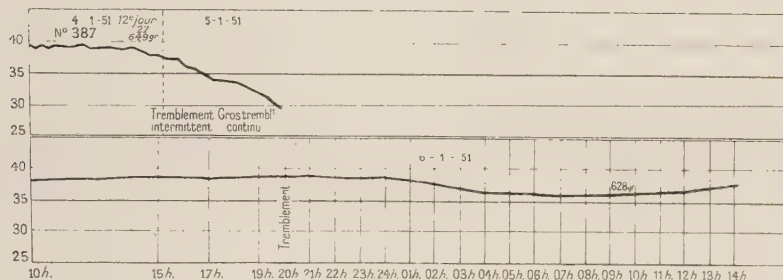


23. Thermo-régulation du poussin Adélie *Pygoscelis Adeliae*. Chaque courbe représente la température cloacale d'un poussin exposé aux conditions climatiques d'été à Port-Martin, sans protection des adultes.

A l'origine de chaque courbe, âge, longueur, poids du poussin. Un poussin de 12 jours pesant 212 g, donc très hypotrophique, se défend moins bien qu'un poussin de 9 jours pesant 412 g. Un poussin de 15 jours pesant 672 g est capable de régler sa température malgré le jeûne.

leurs besoins alimentaires sont devenus considérables. D'autre part, leur thermo-régulation satisfaisante ne nécessite plus leur « protection thermique » par les adultes. La solution : « crèche » de plusieurs dizaines de poussins, gardés seulement par 3 ou 4 adultes libère un

grand nombre d'adultes pour la pêche, réalise une importante économie dans la main-d'œuvre de gardiennage des jeunes et représente peut-être un phénomène social d'acclimation à un milieu hostile à la vie. Mais il faut bien remarquer que les « crèches » existent chez des oiseaux coloniaux non antarctiques.



23 bis. Thermo-régulation du poussin Adélie. Chez un poussin de 12 jours, pesant 649 g la température descend après 5 heures environ d'exposition sans l'abri des adultes. A une deuxième exposition prolongée pendant 24 heures, le poussin résiste mieux que la première fois.

L'existence de voyages alimentaires vers l'eau libre, pendant l'incubation, avec alternance des couveurs, voyages qui peuvent durer 3 semaines, entre peut-être aussi dans le cadre d'une acclimation ethologique. Combinée avec le jeune physiologique de cette période (1), et avec l'absorption de neige (MURRAY LEVICK, 1914), il permet à l'espèce d'assurer l'incubation des œufs à terre même, avec 100 km de glace soudée devant la côte (SAPIN-JALOUSTRE et BOURLIÈRE, 1951).

Le manchot Adélie, oiseau intégralement antarctique mais migrateur, manifeste donc une acclimation incomplète au climat de la côte antarctique.

III. — LE MANCHOT EMPEREUR.

L'*Aptenodytes Forsteri* représente la seule espèce d'homéotherme aérien réellement acclimaté en Terre Adélie. C'est en effet la seule espèce capable de passer l'hiver devant la côte et de subir le « temps catabatique » et le blizzard. Aussi offre-t-il un ensemble important d'adaptation à ce biotope extraordinaire.

1) L'acclimation morphologique de l'Empereur est le résultat d'une véritable adaptation morphologique à la lutte contre le froid. C'est le plus grand, le plus lourd, le plus massif des manchots.

MURPHY (1938) en le comparant à l'autre *Aptenodytes*, l'*Aptenodytes Patagonica*, espèce sub-antarctique, a insisté sur la différence du rapport poids/surface qui joue si largement dans la perte de chaleur.

Pour une taille très voisine, l'Empereur atteint 40 kg, le *Patagonica*

(1) Ce jeune physiologique est devenu un élément permanent de la vie de l'Adélie. Il a lieu même quand l'eau est libre devant la rockerie.

une vingtaine. Le bec, les ailerons, les pattes sont plus petits chez l'Empereur, même en valeur absolue, pour diminuer la surface.

Les masses musculaires de l'Empereur sont considérables, les pectoraux à eux seuls dépassent le 1/4 du poids total. Il y a là un gros producteur de chaleur.

La masse de graisse est très importante : 2 à 3 cm d'épaisseur sous la peau, mésos abdominaux infiltrés de graisse effaçant toute cavité péritonéale.

L'estomac volumineux peut contenir 2 kg d'aliments soit 1/10 à 1/15 du poids total (petit poissons, crustacés, céphalopodes, etc...).

Les pattes en permanence sur la glace à -25° pendant l'hiver sont revêtues d'une couche épidermique de 1 cm insensible à la gelure. Par contre, CENDRON (1952) a remarqué un développement important des veines pré-rachidiennes. *On peut donc être amené à envisager chez l'Empereur, une différenciation et une topographie spéciale de l'« enveloppe et du noyau » au point de vue thermique.*

La structure spéciale de l'iris (SAPIN-JALOUSTRE, 1952) peut encore être considérée comme une adaptation du diaphragme irien à des intensités lumineuses extrêmement différentes : eau sombre, nuit polaire, soleil aveuglant de l'été sur la glace.

2) *Le cycle paradoxal de l'Empereur, phénomène d'acclimatation à l'Antarctique.*

Contrairement à tous les vertébrés antarctiques connus, les manchots Empereurs arrivent sur la côte dès les premiers mauvais temps d'automne, et présentent leur période de reproduction, d'incubation et d'élevage des poussins dans les pires conditions de l'hiver. Ce « cycle inverse » n'est pas encore élucidé dans son origine ni dans son mécanisme. E. A. WILSON (1907) pense que la « raison » réside dans la durée nécessaire au développement du poussin pour atteindre l'« âge d'autonomie ».

En février, mars, en effet, le jeune Empereur doit être capable d'affronter l'hiver qui commence. Il pèse 14 à 15 kg et atteint presque la taille de l'adulte. Dans ces conditions, les adultes ne peuvent ni le protéger du froid à cause de sa taille, ni satisfaire ses besoins alimentaires considérables pour la même raison. Il faut donc que le jeune Empereur soit autonome au point de vue thermo-régulation d'une part, au point de vue alimentation d'autre part. Pour cela, il doit posséder le plumage d'adulte permettant à la fois la lutte contre le froid et la pêche.

Mais cet état d'autonomie n'est atteint que 6 mois environ après la naissance. Le jeune Empereur, pour avoir 6 mois à l'entrée de l'hiver doit donc naître en août, en plein hiver précédent. A ce moment-là, malgré les conditions climatiques et de la glace de mer, à cause de sa petite taille et de ses besoins alimentaires minimes, les adultes sont capables de le protéger du froid et de le nourrir (1).

(1) En toute rigueur, il faut tenir compte de la mortalité. Il y a certainement beaucoup plus de nouveau-nés à nourrir en août que de jeunes de 6 mois en février. Mais il y a aussi, semble-t-il, beaucoup plus d'adultes présents à la rookerie pendant l'hiver.

Le cycle paradoxal de l'Empereur, qui à première vue paraît une complète aberration, représente bien au contraire dans l'impossibilité d'une accélération du développement des poussins, une solution pour l'espèce. Or l'adaptation a déjà joué, au maximum sans doute, sur l'accélération de la croissance des jeunes. Le jeune Empereur ne passe en effet que 4 à 5 mois en duvet, alors que le jeune *Patagonica* en passe 10.

On peut donc conclure :

— *Accélération du développement du jeune, cycle paradoxal avec reproduction hivernale, apparaissent comme deux phénomènes essentiels de l'acclimation du manchot Empereur.*

3) *Le comportement* de l'Empereur peut être considéré comme un élément de l'acclimation. La « dignité », l'immobilité fréquente, le rythme général lent, les inter-communications par sons beaucoup plus que par parades (PREVOST J. 1953) peuvent être interprétés comme une économie de l'énergie excrétée dans le milieu extérieur.

4) *La vie sociale* de l'Empereur entre aussi dans le cadre des phénomènes d'acclimation.

Une véritable thermo-régulation communautaire est réalisée pendant l'hiver. Les oiseaux, serrés les uns contre les autres, forment dans le blizzard une seule masse, une sorte de tortue romaine (CENDRON J. 1952). A la « surface de convection » individuelle est ainsi substituée une surface commune infiniment plus favorable. Un *micro-climat communautaire* est ainsi créé pour les oiseaux eux-mêmes, les œufs et les jeunes poussins couvés dans une sorte de « poche incubatrice » entre le dos des pattes et la paroi abdominale des adultes.

Après les observations de WILSON au fond de la mer de Ross à Cap Crozier en 1909, on envisageait une incubation en commun des œufs, avec un nombre d'œufs très inférieur au nombre de couples, et un élevage en commun des poussins.

Mais les deux seules autres colonies étudiées, celle de l'île Dron (STONEHOUSE B. 1953) et celle de Pointe Géologie (PREVOST J. 1953) ont au contraire montré une vie sociale semblable à celle du manchot Adélie : incubation des œufs et élevage des poussins assurés par les parents jusqu'à la formation des crèches.

5) *Le choix de l'emplacement des roqueries* est aussi un élément important ayant permis la survie des sociétés d'Empereurs sur la côte Antarctique.

4 roqueries seulement sont actuellement connues ; la dernière découverte le 16 octobre 1950 par l'Expédition Antarctique 1948-1951, à Pointe Géologie par 66°40 S et 140°00 E.

L'état des glaces antarctiques et ses variations sont encore très peu connus. Mais il semble bien que les 4 roqueries occupent des points particuliers.

D'une part, la proximité d'une île ou d'un archipel, ou du déversoir d'un glacier, ou peut-être de courants non étudiés, entretiennent la *permanence d'eau libre chaque hiver à courte distance.*

D'autre part, ces emplacements bénéficient sans doute d'un « micro-climat régional » privilégié. Ceci est en tout cas très net à Pointe Géologie, qui, d'après les conclusions des météorologistes des Expéditions Françaises, et pour des raisons encore mal éclaircies, se trouve « en dehors de la zone principale des vents catabatiques » (PRUDHOMME et BOUJON, 1952). Les vents enregistrés à Pointe Géologie en 1951 étaient de l'ordre du 1/3 de ceux enregistrés simultanément à Port-Martin (PRUDHOMME et LE QUINIO, 1952).

6) *Quelques problèmes posés par l'acclimatation de l'Empereur.*

Les paragraphes précédents se sont efforcés de mettre en lumière un certain nombre des mécanismes qui permettent à un oiseau dont la température centrale est de 38° environ (1) de vivre et de se reproduire dans des conditions qui pourraient a priori paraître incompatibles avec la vie homéotherme aérienne. Mais *l'origine et la régulation des mécanismes nous sont actuellement inconnues*. Tout au plus a-t-on le droit de penser que le système neuro-endocrinien joue le rôle essentiel.

Le problème peut-être le plus important dans l'acclimatation du manchot Empereur est sans doute le *problème énergétique*.

Quels sont le métabolisme de base et le métabolisme de sommet ? Dans quelle mesure l'« enveloppe » est-elle froide et indépendante du « noyau » ? Quelle est la position d'un oiseau étrange comme l'Empereur devant la loi de similitude biologique de LAMBERT et TEISSIER ? Quelle est la ration alimentaire minimum et comment doit-elle être répartie dans le temps ? A ce propos, il est important de rappeler l'existence des *jeûnes physiologiques* chez les manchots antarctiques. Comme l'Adélie, l'Empereur jeûne avant la ponte et pendant l'incubation. Chez le mâle, la durée du jeûne atteindrait 4 mois de mars à juillet (PREVOST J. 1953).

Au contraire, en septembre 1950, un Empereur de 22,500 kg, exposé aux conditions sévères du « climat général » de Port-Martin, avec de la neige comme seul aliment, est mort en 7 jours en ayant perdu plus de 4 kg. Il est vrai qu'il avait subi auparavant un voyage en traîneau. Mais la perte de poids prouve qu'il a mis en jeu sa thermo-régulation chimique et que son métabolisme de sommet s'est trouvé rapidement insuffisant. Aux périodes de jeûnes physiologiques, y a-t-il au contraire une « tactique différente » dans la lutte contre le froid, avec participation plus « économique » de la thermo-régulation chimique ?

D'autre part, le poids des animaux, l'épaisseur de la graisse sous-cutanée varient, semble-t-il, dans des proportions considérables au cours du cycle annuel. Et, d'une manière générale, il paraît probable

(1) Les naturalistes de la « Scotia » ont trouvé une température rectale de 38°2 (1903). A pointe Géologie en 1950, les températures de 10 oiseaux (en s'assurant que la cuve du thermomètre avait bien franchi le sphincter) ont donné des chiffres variant de 38 à 38,5. CENDRON en juin 1951 a mesuré 36 à 37°7. Les chiffres peuvent peut-être s'expliquer par des positions différentes de la cuve thermométrique, mais aussi peut-être par des variations de la température des oiseaux.

que la thermo-régulation chimique merveilleusement « entraînée » par les conditions de climat, atteint chez le manchot Empereur une ampleur et une puissance toutes particulières (1).

(1) La 3^e Expédition qui a hiverné en 1952 à Pointe Géologie, et qui pour la 1^{re} fois a pu observer le cycle annuel complet du Manchot Empereur, apportera certainement des données nouvelles essentielles. Chef d'Expédition : M. MARRET, Biologistes : PRÉVOST et RIVOLIER.

CHAPITRE VI.

LES CHIENS ESQUIMAUX.

Avec les Manchots Empereurs, les chiens de l'expédition et les hommes de l'expédition étaient les seuls vertébrés vivant en Terre Adélie pendant l'hiver antarctique 1950.

Un certain nombre de ces chiens (Esquimaux Groenlandais) avaient été achetés au Groenland par P. E. VICTOR pendant l'été 1948. Les autres (Esquimaux du Labrador) étaient nés et avaient été élevés dans les bases antarctiques anglaises de Terre de Graham, et ramenés en Europe par le navire polaire anglais pour les Expéditions Polaires Françaises. Nous en avons pris possession à Cherbourg en juillet 1948 (1).

Embarqués en novembre 1948 sur le « Commandant Charcot » les chiens supportèrent la traversée des tropiques et firent à bord du navire la première campagne dans le pack (février-mars) 1949. En avril 1949, ils furent laissés à Melbourne, confiés au Jardin Zoologique. Repris en décembre 1949 à bord du bateau, ils débarquèrent en Terre Adélie en janvier 1950. Certains ont passé trois hivers en Terre Adélie et viennent de rentrer en France.

La première expédition débarquant dans un pays vierge, fut dans l'impossibilité absolue de construire des abris pour les chiens, et dans les pires blizzards, les chiens de l'Expédition ont vécu dehors.

Une jeune chienne fut trouvée morte après un des premiers blizzards, mais la cause de la mort ne peut pas être précisée. *Et il n'y eut aucune autre mort ou maladie grave qui puisse être attribuée au climat de Port-Martin.*

Il y a donc là une adaptation très remarquable, chez un mammifère, capable de vivre par ailleurs en pays tempéré, et de résister à un séjour prolongé en climat chaud. Il est intéressant de rappeler, en comparaison, que le Manchot Adélie ou Empereur n'a jamais vécu, malgré tous les soins, plus de quelques mois en dehors de la zone antarctique.

Le problème alimentaire des chiens esquimaux était en fait résolu par les hommes : poisson séché, viande de phoque, Pemmican ont été constamment fournis à nos chiens pendant le voyage, l'hivernage et les raids. D'octobre à avril, les chiens à l'état sauvage auraient pu trouver eux-mêmes leur nourriture aux dépens des phoques peut-être

(1) Une épidémie de maladie de CARRÉ entraîna la mort de plus de la moitié des chiens de l'Expédition.

et surtout des Manchots. Mais d'avril à fin septembre, étant donné la rareté des phoques sur la glace de mer à cette période, seule la proximité d'une roquerie de manchots Empereurs pouvait permettre aux chiens de survivre.

Au contraire, les chiens esquimaux sont capables de résoudre seuls le problème de thermo-régulation.

Leur protection naturelle : poils longs avec bourre épaisse est suffisante malgré un pannicule adipeux tout à fait banal.

Surtout ils savent trouver ou créer un micro-climat favorable.



Photo N° 1. — Chien enfoui dans la glace au cours d'un blizzard. Vêtement de glace que le chien vient de briser en levant la tête.

Couchés au sol, sous le vent de la baraque, d'une caisse ou d'un rocher, ils se trouvent, comme on l'a vu plus haut, dans un vent qui est le $\frac{1}{4}$ ou le $\frac{1}{5}$ du vent général, ce qui change déjà considérablement la « valeur de refroidissement » de l'ambiance.

Mais surtout, dans ces endroits relativement calmes, *ils se laissent enfouir complètement dans la neige*. Une croûte continue de véritable névé, puis de glace se forme à la surface de la fourrure, réalisant une carapace, un véritable *vêtement* imperméable au vent. Ainsi est créé un véritable « climat sous vestial » que le manque d'appareillage n'a pas permis d'étudier. Roulé en boule dans cette couverture, dans cette enveloppe étanche, le chien reste complètement immobile (Photo N° 1).

Mais ce dernier mécanisme de protection, le « vêtement de glace » n'est pas parfait. En effet, sans doute par des alternatives de fonte et de regel, la carapace de glace adhère intimement à la fourrure. Quand le chien se déplace, la carapace se fractionne en placards qui emprisonnent les poils comme la cire dans certains procédés de dépilation. A la fin de l'hiver, un certain nombre de chiens présentaient de larges surfaces épilées ainsi par la glace. Le même phénomène, placards de glace emprisonnant les poils et aboutissant à l'épilation, se produit



Photo N° 2. — Dépilation et gelures du dos d'un chien esquimau.

chez les chiens esquimaux par simple station dans le blizzard. Les grains de blizzard sont capables de pénétrer dans la fourrure et d'y fondre. Et sur les surfaces épilées, sans protection, apparaissent des gelures sérieuses (Photo N° 2).

Ainsi, la fourrure du chien esquimau apparaît, tout au moins en Terre Adélie, moins favorable que celle du phoque, plus courte sans

doute, nettement moins isolante, mais plus serrée et dans laquelle la glace du blizzard ne pénètre pas.

Elle est très bien adaptée par contre au froid intense sans blizzard. Chez le chien esquimau, l'« enveloppe » ne paraît pas, du fait des gelures observées, pouvoir descendre sans dommage à des températures très basses, à l'encontre de ce que l'on peut supposer chez les animaux antarctiques.

Malgré les possibilités énormes de sa thermo-régulation, il ne semble pas que le chien puisse survivre seul en Terre Adélie.

En dehors des difficultés d'alimentation déjà signalées, la *reproduction* de l'espèce (après une année seulement d'observations) paraît très compromise. Même en abritant la mère et les petits dans la base, nous n'avons pas obtenu de jeunes chiens vraiment normaux pendant la période d'hivernage.

Ce Chapitre de l'acclimatation physiologique chez les animaux en Terre Adélie peut donc se conclure ainsi :

— le *Chien Esquimau* est sans doute le meilleur exemple de vertébrés homéothermes pouvant résister à des conditions climatologiques extraordinairement différentes,

— le *Manchot Empereur* est la seule espèce réellement acclimatée aux conditions antarctiques extrêmes réalisés en Terre Adélie.

CHAPITRE VII.

ACCLIMATATION DE L'HOMME.

Généralités.

KAYSER et METZ définissent l'acclimatation : « Processus physiologiques d'adaptation accroissant la tolérance et les performances d'un sujet amené à séjourner dans un milieu nouveau » (p. 163).

Cette définition est celle de l'*acclimatation naturelle* primaire, physiologique dont l'existence même chez l'homme est discutée. Dans la définition arbitrairement choisie au début de ce travail, nous avons décidé d'englober dans l'acclimatation « l'ensemble des moyens naturels ou artificiels utilisés par un organisme pour vivre dans un climat donné ». C'est pourquoi, dans le cas de l'homme, il faudra considérer après l'acclimatation naturelle, une « *acclimatation artificielle* » secondaire, extraordinairement efficace, fruit de l'intelligence humaine, qui vient compléter ou remplacer l'acclimatation naturelle.

Cette question de l'acclimatation de l'homme dans les pays polaires, et en particulier dans l'Antarctique, est encore très complexe et même confuse.

Il existe en effet une quantité considérable d'observations, de mesures et de travaux. Mais il y a des contradictions, des généralisations parfois illicites. Surtout *les conditions des observations et des expérimentations ne sont pas légitimement comparables.*

L'acclimatation n'est pas le fait de réactions enregistrées au cours d'une exposition au froid de quelques jours ou même de quelques semaines, ou de courtes expériences de laboratoire : ceci appartient à la thermo-régulation. D'où la notion de la *durée du séjour dans le climat étudié* qu'il faut garder à l'esprit quand on examine les résultats très divers obtenus par les auteurs. Il faudrait même faire une différence entre les hommes des Expéditions Polaires, effectuant des séjours d'une année ou de deux années dans l'Arctique ou l'Antarctique, et les indigènes vivant toute leur vie dans les régions froides. Chez ces derniers, on devrait rencontrer les phénomènes d'une véritable acclimatation.

Il faut bien reconnaître aussi que *nous ne possédons pas de test précis d'acclimatation.* Les essais pour obtenir des tests physiologiques de simple tolérance au froid ne sont pas absolument convaincants. Des réactions physiologiques opposées — on le verra plus loin — sont interprétées comme des preuves d'acclimatation. Il existe évidemment

des *différences morphologiques* entre l'Esquimau et le Méditerranéen, mais d'autres populations vivent dans les régions froides (Indiens Nord Américains, populations du Nord Sibérien) et n'ont pas la morphologie de l'Esquimau.

Les différences individuelles vis-à-vis du froid sont considérables, même parmi les Européens des Expéditions Polaires, *en dehors des phénomènes d'intolérance vraie* congénitales ou acquises (se traduisant par des phénomènes locaux ou un choc général et s'accompagnant souvent d'hémoglobinurie paroxystique).

Enfin, les *moyens artificiels considérables* utilisés par l'homme, *interposés par l'homme* entre le milieu et lui, interviennent à tout moment, et l'on peut dire qu'en expédition polaire moderne, par exemple, l'organisme humain n'a pas, la plupart du temps, à faire de sérieux efforts d'acclimatation.

Acclimatation naturelle.

I — L'ACCLIMATATION NATURELLE EXISTE-T-ELLE ?

C'est en effet la première question qui se pose.

Un certain nombre d'auteurs refusent de l'admettre.

GOURDON (1913) (p. 68) dans sa thèse sur l'hivernage du « Français » écrit : « Peut-on s'acclimater ? Je ne le crois pas... le maximum d'adaptation est vite atteint... après quoi il y a régression », et (p. 69) : « Très frileux j'étais avant le départ, et toujours aussi sensible au froid je suis revenu ».

HORVATH (1945) pense qu'il n'y a pas d'acclimatation au froid, mais seulement un entraînement et des « trucs » (cité par KAYSER et METZ).

La plupart des auteurs polaires estiment que toutes choses égales par ailleurs, un deuxième hivernage est plus pénible et moins bien supporté que le premier.

Dans d'autres observations, l'acclimatation paraît certaine. Voici quelques exemples :

RUSSELL G. FRAZIER (1945) à propos de l'hivernage 1940 de l'Expédition BYRD en Mer de Ross écrit :

« Paradoxalement, avec l'approche de l'hiver, les hommes étaient de moins en moins vêtus, et se trouvaient plus confortables avec -40°C qu'au moment de leur arrivée avec -20°C ». Le même auteur, essayant d'établir une relation entre la température, la vitesse du vent et les gelures de la face, constate que certains hommes pouvaient rester 10 minutes, face au vent, sans geler, alors que d'autres présentaient dans les mêmes conditions des gelures en 20 à 90 secondes. Or, les premiers étaient tous des hommes que leur service obligeait à de fréquents séjours extérieurs.

A Port-Martin, nous avons tous observé que des travaux extérieurs considérés après essai comme impossibles en février, ont été exécutés en mars ou en avril dans des conditions bien plus sévères. Il s'agis-

sait là d'une adaptation non seulement au froid, mais aussi au vent et au blizzard, éléments assez surprenants de prime abord.

On retrouvera des observations semblables dans toutes les expéditions polaires. Est-ce seulement de l'adaptation, de l'entraînement, de l'habitude, des « trucs » comme dit HORVATH ? Mais où commence l'acclimatation ?

En tous cas, c'est bien le mot d'acclimatation qui doit être employé dans le cas des populations vivant dans les pays polaires ou très froids. Sans parler des Esquimaux du Groenland ou du Labrador, citons seulement les observations rapportées par NEWBURGH (1949) :

— BOGORAS (p. 14) parle de l'endurance des CHUKCHEE de Sibérie Nord-Orientale : « les femmes travaillaient dehors à l'aiguille à mains nues pendant plusieurs heures par -30°C ... A l'effort, elles transpiraient, rejetaient leurs vestes de fourrure, et plaçaient de gros blocs de neige sur leur poitrine ».

— DARWIN (p. 30) : « les Fuegiens vivent à peu près nus dans des températures négatives, de grands vents, de la neige et de la grêle... Une femme restait là par pure curiosité, pendant que le mélange de neige, de pluie et de givre fondait sur sa poitrine nue et sur la peau nue de son bébé ».

On peut conclure qu'il existe chez l'homme une acclimatation au froid et aux pays polaires, presque toujours imbriquée avec des moyens artificiels de protection.

Comment se fait cette acclimatation ?

A priori, il semblerait logique de retrouver chez l'acclimaté au froid, les mécanismes de la thermo-régulation, les « réactions de l'organisme au froid » devenues plus efficaces, fonctionnant d'une manière permanente, « passées à l'état chronique », pourrait-on dire. Il n'en est pas toujours ainsi. Nous allons essayer de classer, sous quelques titres, les « faits d'acclimatation » recueillis expérimentalement, ou observés en pays froids.

II — UN PREMIER GROUPE D'OBSERVATIONS PHYSIOLOGIQUES EN « CLIMAT POLAIRE » NE PARAÎT PAS ENTRER DANS LE CADRE DE L'ACCLIMATATION.

Certaines observations viennent des Expéditions Antarctiques qui, jusqu'à présent, n'ont disposé sur le terrain que de moyens simples et banaux.

Le nombre de globules rouges subirait pour MAC LEAN (1919) une hausse légère au cours de l'hivernage, alors que l'hémoglobine, après une baisse à l'automne, reprendrait une valeur normale. Ils ne sont pas modifiés pour RUSSELL G. FRAZIER (1945).

Les globules blancs, pour le même MAC LEAN, baissent au début du séjour antarctique, puis reviennent au chiffre normal. RUSSELL G. FRAZIER enregistre une baisse importante en mars-avril, « par suite » de l'isolement du groupe et de l'absence d'infection, puis une remontée « due à l'acclimatation naturelle ».

La pression artérielle fournit à MAC LEAN (1919) des petites diffé-

rences (de quelques millimètres) difficiles à interpréter au cours de l'hivernage. RUSSELL G. FRAZIER (1945) a montré une élévation au cours de l'exposition brutale au froid. Nous avons systématiquement et dans les mêmes conditions physiologiques pris la tension artérielle des membres de l'Expédition sans enregistrer de variation au long de l'année.

Les courbes de poids ont traduit chez tous les sujets une augmentation légère.

Des tests fonctionnels, comme par exemple le test de la « haute marche » qui nécessite une dépense d'énergie importante en un temps court, n'ont pu être pratiqués que trop rarement et n'ont pas montré de modifications sensibles de l'aptitude à l'effort.

III — LES MODIFICATIONS DES MÉTABOLISMES qui pourraient mettre en évidence dans l'« acclimation » la part d'une « thermo-régulation chimique chronique » sont parfois contradictoires.

Le métabolisme de base n'a pas, semble-t-il, été mesuré en Expédition Antarctique. Une élévation permanente de sa valeur comme la polyglobulie dans l'altitude, serait un bon test d'acclimation au froid. Cette élévation « chronique » du métabolisme de base (qui n'est que l'établissement permanent d'un métabolisme de sommet), a été très bien mise en évidence par GJAJA chez les rats exposés au froid. Elle est confirmée par HORVATH, FREEDMAN et GOLDEN (1947), qui ont observé des sujets exposés pendant 8 jours à -29°C . L'augmentation persiste même pendant plusieurs jours après retour à des conditions normales.

Par contre, BALKE, CREMER, KRAMER et REICHEL (1944) qui ont étudié des sujets exposés au froid pendant un mois, trouvent que le *métabolisme de base est inchangé*.

Le métabolisme de base demeure également inchangé au cours des expériences d'« acclimation croisée » du Climatic Research Laboratory.

La glycémie aurait été élevée de 13 p. 100 en moyenne, dit RUSSELL G. FRAZIER (1945) chez les hommes de l'hivernage 1940 à la « Petite Amérique », mais il ne donne pas le détail des examens. L'auteur considère cette augmentation de la glycémie comme un facteur essentiel de l'acclimation au froid, et il envisage même une explication de la répartition des espèces sur le globe en relation avec leurs possibilités de régulation glycémique. Nous n'avons pas retrouvé d'autres observations d'élévation permanente de la glycémie dans les expéditions polaires.

Un certain nombre de constantes de l'organisme n'ont pas montré de modification :

BALKE, CREMER, KRAMER, REICHEL (1944) dans leur expérience déjà citée (sujets demeurés pendant un mois à 1.200 m d'altitude entre 0 et -10°C) ont trouvé normales la pression osmotique des colloïdes du plasma, les albumines et les globulines.

KARK, CROOME, CAWTHORPE, etc.. (1948) dans les bonnes conditions d'observation de 48 hommes parcourant 3400 miles dans l'Arctique en

hiver, ont également trouvé normaux les éléments suivants : Hémoglobine, chlorures sanguins et urinaires, protides sériques, azote non protéique, albumines et globulines.

L'adrénalino-sécrétion serait augmentée, d'après RUSSELL G. FRAZIER (1945). Mais il se base uniquement sur l'existence de « chocs adrénaliniques » au cours des anesthésies pour avulsions dentaires. Ces chocs disparurent quand l'adrénaline fut supprimée du liquide anesthésique et se produisirent à nouveau dès que des quantités très faibles d'adrénaline furent à nouveau ajoutées à l'anesthésique.

Un hyper-fonctionnement surrénal (par hypersecrétion d'A.C.T.H.) a été envisagé par BADER STEIN ELIOT et BASS (1948) au cours de leur expérimentation sur l'acclimatation croisée. Il y avait, au froid, et d'ailleurs aussi au chaud diminution des éosinophiles dans le sang circulant.

Mais les observations « antarctiques » n'ont pas apporté de confirmation ; au contraire MAC LEAN (1919) n'a pas observé de diminution du nombre des éosinophiles.

En Terre Adélie, nous avons essayé également de faire des dénombrements systématiques d'éosinophiles pendant l'hivernage. Mais les liquides de laboratoire et les colorants à véhicule aqueux gelèrent (et les flacons éclatèrent) avant qu'il soit possible de les stocker dans un local chauffé.

Dans ces conditions, il ne restait qu'une solution : faire des « étalements de sang » et les conserver au froid. Ces étalements se sont normalement colorés au retour en France et ont été examinés dans un laboratoire compétent (1). Ils n'ont mis en évidence aucune diminution des éosinophiles pendant le séjour en Terre Adélie, et rejoignent par là les résultats obtenus par MAC LEAN quarante ans auparavant dans le même secteur de l'Antarctique.

TABLEAU 4.

Recherche d'une diminution des Eosinophiles pendant l'hivernage 1950 en Terre Adélie.

Dates	S	L	P ₁	P	V
Avant le départ à Paris.....	0	3	2	1	4
25/6/1950.....	3	1	11	3	0
6/8/1950	4	2	8	2	6
2/9/1950.....	2	1	7	0	4
11/10/1950	5		7	2	1

Les numérations ont été faites au retour en France par une laborantine entraînée, sur des lames correctement colorées. On trouve,

(1) Nous tenons à remercier ici Madame LACAZE qui a fait pour nous ces examens.

contrairement à ce qui était prévu et à ce qui a été observé par BADER, STEIN, ELIOT et BAS plutôt une augmentation des éosinophiles pendant l'hivernage.

IV — LES MOUVEMENTS DE L'EAU.

Dans son expérimentation sur « l'acclimatation croisée », le Climatic Research Laboratory a mis en évidence l'augmentation de la diurèse, la perte de chlorures et l'hémo-concentration, au cours de l'exposition des sujets au froid. Mais il s'agit là plus de réponses thermorégulatrices que d'acclimatation vraie.

Dans l'Antarctique, la polakiurie-polyurie, les pertes d'eau par les larmes et l'écoulement nasal, la soif au cours des raids, avec sudation apparente faible, ont été remarqués par plusieurs auteurs et en particulier au cours du séjour de Terre Adélie.

KARK, CROOME, CAWTHORPE, etc... (1948) au cours de leurs observations d'un « groupe mobile canadien » dans l'Arctique ont trouvé des besoins en eau de boissons de 1 à 1,2 litre seulement par jour, et aucun changement notable des chiffres de chlorures sanguins ou urinaires.

On pourrait donc conclure que les mouvements de l'eau organique dans l'état actuel de nos connaissances ne paraissent pas jouer un rôle important dans les phénomènes d'acclimatation au froid.

Mais RUSSELL G. FRAZIER (1945) de l'Expédition BYRD 1940, insiste longuement sur la déshydratation de la peau dans l'Antarctique. Il note les ongles et poils, secs et cassants, remarque déjà faite par MAC LEAN (1919). Il rapproche cette déshydratation, qu'il attribue à une « contraction des petits vaisseaux superficiels et des capillaires » de la déshydratation, procédé général de conservation de la vie chez les bactéries, les graines, les animaux hibernants, etc... Cette déshydratation de la peau, peut s'expliquer simplement par la « sécheresse physiologique » de l'air comme il a été expliqué dans la première partie de ce travail. Cela ne veut pas dire qu'elle n'aide pas l'acclimatation.

REIN H. (1943) fait également jouer dans la thermo-régulation un rôle important à la déshydratation de la peau qui modifie dans un sens favorable la conductibilité thermique et qui, de plus, placerait grâce à une modification de l'imbibition de la peau, les récepteurs de la sensibilité thermique dans de meilleures conditions de fonctionnement.

Cette modification des couches superficielles de l'organisme vient sans doute aussi se placer dans le cadre de la « séparation de l'enveloppe et du noyau », notion sur laquelle nous avons insisté au Chapitre de la thermo-régulation, et sur laquelle l'Acclimatation de l'homme nous amène à revenir.

V — LE JEU DE L' « ENVELOPPE ET DU NOYAU ».

A propos de la séparation de l' « enveloppe et du noyau », ou de la « coque et du noyau », les divers auteurs considèrent des phénomènes absolument opposés comme critère de l'acclimatation.

Dans un premier groupe d'observations, l'état d'acclimatation s'ac-

compagnerait d'une augmentation de la vascularisation de la coque, d'une amélioration de la défense périphérique.

BALKE, CREMER, KRAMER et REICHEL (1944) ont observé chez leurs sujets exposés au froid pendant un mois, une *stabilisation de la température cutanée*, par rapport à la température extérieure, donc une meilleure défense de l'enveloppe.

La température rectale des sujets acclimatés placés dans un bain à 20°C, baisse plus vite que celle des sujets non acclimatés, ce qui traduit *l'augmentation de l'irrigation des territoires cutanés dans l'acclimation au froid.*

On peut en rapprocher les observations de RUSSELL G. FRAZIER (1945) à propos des gelures de la face. Les sujets amenés par leur service à de fréquents séjours extérieurs *ont amélioré leurs défenses périphériques.*

C'est d'ailleurs une notion classique : le sujet non entraîné met surtout en jeu sa thermo-régulation physique et pâlit au froid ; sacrifice de la coque au noyau ; le sujet adapté capable de mettre en jeu sa thermo-régulation chimique, peut défendre à la fois coque et noyau et rougit au froid (REIN 1943).

On voit immédiatement que ce système de défense sans sacrifice de la température et de la vascularisation périphérique, donc avec grosses pertes de chaleurs périphériques, est « un système de défense de luxe » et qu'il exige une augmentation du métabolisme de base.

Dans un deuxième groupe d'observations, « l'état d'acclimation s'accompagne d'une diminution de la température et de la vascularisation de la coque, donc d'un sacrifice périphérique. L'énergie dont on dispose ne permet pas la défense de l'homéothermie en tous points de l'organisme, mais les centres au moins seront sauvegardés.

1°) *Des résultats expérimentaux* sont en faveur de ce processus de « séparation » entre la coque et le noyau dans l'acclimation au froid.

WINSLOW, HERRINGTON et GAGGE (1937) ont observé par accoutumance au froid, une baisse de température cutanée et une diminution de volume des extrémités.

BURTON, SCOTT, MAC GLONE et BAZETT (1940) ont noté une diminution du débit sanguin dans les doigts après plusieurs jours d'exposition au froid.

SCOTT, BAZETT, MACKIE (1940) cités par KAYSER et METZ ont trouvé une diminution du débit cardiaque.

GLICKMANN, KEETON, MITCHELL et FAHNESTOCK (1946) enregistrent chez des sujets acclimatés une baisse de la température rectale, moins rapide que chez les sujets banaux, comme réaction à l'exposition au froid. (Cette observation fournit des résultats inverses de ceux obtenus par BALKE, CREMER, KRAMER et REICHEL déjà cités, mais les conditions d'exposition au froid, quoique voisines, ne sont pas en tous points comparables).

2°) *Les observations des populations indigènes des régions froides,* comme celles rapportées plus haut, d'après NEWBURGH, qui traduisent

une grande insensibilité au froid, cadrent mal avec la notion d'augmentation de la vascularisation de l'enveloppe et sont en faveur d'une *baisse générale du métabolisme de la coque*.

3°) Dans les comptes rendus des Expéditions Antarctiques, on ne trouve pas de mesures de la température cutanée, ou de la vascularisation des extrémités, ni donc d'études systématiques du comportement relatif de la coque et du noyau, pendant les hivernages.

Mais, par contre, il paraît légitime de donner de l'importance à des observations qui traduisent indirectement un ralentissement du métabolisme, donc une baisse de température de la coque.

Il s'agit du ralentissement de la pousse des ongles et des poils, observation banale dans les climats froids.

Le ralentissement de la pousse des ongles et des poils en Terre Adélie.

Dès la « période de construction » et surtout d'ailleurs à cette période de fréquents séjours à l'extérieur, tout le monde remarqua en Terre Adélie un *ralentissement important* de la pousse des ongles et des poils.

Or ce phénomène avait déjà été étudié par MAC LEAN en 1912 à Cap Denison, dans une région toute proche, avec un climat extérieur très comparable (1). Voici les résultats obtenus par MAC LEAN :

La technique des mesures est délicate aussi bien pour les ongles que pour les cheveux.

Pour mesurer la *vitesse de croissance des ongles*, MAC LEAN mesurait chaque semaine la distance entre une marque faite sur l'ongle et le repli sus-ongueal. Il a trouvé pour l'ongle de l'annulaire gauche, par plusieurs mesures, sur deux sujets, une moyenne de :

0035 inches, soit 0,889 mm par jour.

Il admet pour moyenne générale des pays tempérés le chiffre de MAC LEOD J. M. H. :

0032 inches, soit 0,812 mm par jour,

et il en conclut que *les ongles poussent dix fois moins vite à Cap Denison* qu'en Angleterre où les mesures de MAC LEOD furent faites.

Pour mesurer la *vitesse de croissance des cheveux* MAC LEAN a isolé par rasage un seul cheveu ! ! Il a ensuite mesuré sa longueur à différentes périodes avec un « micromètre » permettant la lecture à 1/1000 d'inches, soit 0,025 mm près. Nous ne voyons pas très bien comment il a fait, notamment comment il a pu mettre le cheveu droit pour la mesure.

MAC LEAN a trouvé pour les cheveux de la région frontale gauche une vitesse moyenne de :

0059 inches, soit 0,149 mm par jour

(1) Il n'en était pas de même du micro-climat de la base australienne et de celui de notre base.

Il admet comme chiffre normal en pays tempéré celui donné par SCHAFFER :

016 inches, soit 0,406 mm par jour

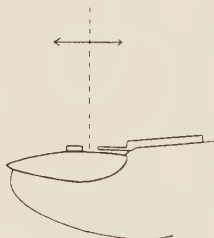
Il en conclut que les *cheveux poussent 2.7 fois moins vite* à Cap Denison.

Quand nous avons essayé de mesurer le ralentissement de la pousse des ongles et des poils en Terre Adélie, avec les moyens d'une base polaire, nous nous sommes trouvés tout d'abord en face de *difficultés de techniques*.

TECHNIQUES UTILISÉES — RÉSULTATS.

Pour les ongles, la technique de MAC LEHAN ne nous a pas paru offrir de garanties très sérieuses : la position du repli sus-ongueal est variable suivant l'état d'hydratation de la peau, l'usure, etc...

BASLER A. (1937) a mesuré la croissance horaire des ongles. Il a collé sur la peau dorsale de la dernière phalange une pièce de laiton qui descend ensuite sur la face dorsale de l'ongle en se moulant sur



24. Dispositif utilisé par BASLER pour mesurer la vitesse horaire de croissance des ongles. Repère de la croissance par rapport à la peau.

le repli sus-ongueal. Il a ensuite collé sur l'ongle un deuxième repère métallique, au contact du premier. Il suffisait alors de mesurer au microscope l'écartement progressif des deux repères (Fig. n° 24).

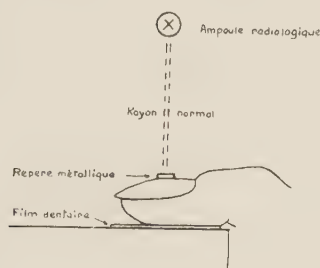
Mais BASLER constata qu'il était impossible d'immobiliser le doigt sous le microscope pour le mesurer et il fut amené à construire un système optique spécial qu'il appelle *Biomicromètre* et qui, adapté à l'oculaire du microscope, lui permit les mesures de croissance horaire. Cette technique est très ingénieuse. Elle est passible d'une critique : la fixité du repère fixé à la peau, même sur une grande surface de peau, est-elle suffisamment certaine pour autoriser des mesures au 1/1000 de mm ?

En Terre Adélie, nous avons pensé qu'il fallait mesurer les déplacements d'un repère de l'ongle (trait fait avec une lame de rasoir) non pas par rapport à la peau trop variable, mais par rapport au squelette. Pour cela, il suffisait d'ajuster sur le trait de l'ongle un repère métallique de dimensions bien définies (5 mm) construit au 1/20 de mm par l'outilleur de la base, et de prendre une radiogra-

phie en utilisant le rayon normal et une longue distance de l'ampoule (1).

Le doigt choisi (pouce gauche serrant la table) est toujours dans la même position. On peut sur les radios successives suivre le déplacement du repère par rapport à un point particulier du squelette (extrémité de la phalange ou intersection de l'interligne et de l'axe du doigt).

La mesure est faite très simplement et avec une grande précision en projetant la radiographie (nous avons opéré avec des films dentaires) agrandie 20 fois par exemple et en mesurant sur l'écran. Le repère métallique donne l'échelle et évite tout calcul de projection (Fig. N° 25).



25. Technique que nous avons utilisée en Terre Adélie avec radiographie systématique du doigt. L'ongle porte un repère opaque de dimensions connues dont on suit le déplacement par rapport au squelette.

Les résultats obtenus sont représentés graphiquement (Fig. N° 26).

Les lignes verticales représentent la vitesse de pousse journalière entre les deux dates indiquées.

Cette vitesse varie de 0,071 chez le sujet N° 1 entre le 20 juin et le 20 juillet, jusqu'à 0,115 chez le sujet N° 4 entre le 20 septembre et le 20 novembre.

La moyenne des 4 sujets observés est de :

0 mm 102

Dans la littérature médicale, nous avons recherché les vitesses données, qui sont d'ailleurs assez variables, et dépendent du doigt choisi : la vitesse de croissance du pouce étant plus grande que celle des autres doigts.

GIROUD et BULLIARD (1930) donnent pour le pouce :

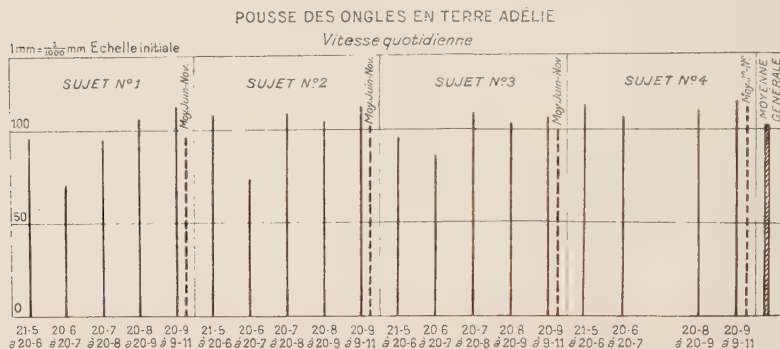
1 mm 20 par semaine, soit 0,170 par jour.

Nous avons donc enregistré un ralentissement de la croissance des ongles plus faible que celui enregistré par MAC LEAN. La rigueur et la précision des mesures ne sont pas seules en cause dans l'explication de la différence (2).

(1) Un peu de graisse facilite la mise en place du repère qui se fait à la loupe binoculaire.

(2) Les chiffres moyens en pays tempéré de MAC LEAN sont beaucoup plus élevés que ceux que nous avons trouvés dans les travaux modernes.

Nos mesures ont été faites pendant le plein hivernage, dans une baraque où la température à la hauteur moyenne des mains variait de $+5^{\circ}$ à $+12^{\circ}$, avec de rares sorties à l'extérieur. Celles de MAC LEAN ont été faites dans une baraque à peine au-dessus de 0° . (En effet, dans les anciennes bases polaires, les parois étaient laissées à une température négative pour éviter la « pluie »). D'autre part, la simple observation a montré que la croissance était plus rapide pendant l'hivernage (période où furent faites les mesures) que pendant la période de construction avec fréquents séjours extérieurs et travail à mains nues (période où les mesures étaient impossibles).



26. Croissance des ongles en Terre Adélie.

Résultats : les lignes verticales représentent la vitesse moyenne de croissance quotidienne de 4 sujets (pendant 5 intervalles de temps indiqués en bas de chaque ligne) millièmes de millimètre. Pour les 4 sujets, la croissance est minima entre le 20 juin et le 20 juillet (milieu de l'hivernage) et maxima au printemps en octobre-novembre. La moyenne générale est 0 m/m 102, contre 0 m/m 170 en France pour le même doigt (pouce).

Il y a lieu d'autre part de refaire les mesures en France chez les mêmes sujets pour tenir compte des différences individuelles.

La mesure de la croissance des cheveux pose les mêmes problèmes techniques.

MAC LEAN, sur son cheveu « isolé » ne donne aucun détail sur la méthode de mesure.

BASLER A. (1937) a immobilisé la tête du sujet dans un bâti de bois portant le microscope avec *Biomicromètre* spécial. Mais ni MAC LEAN ni BASLER ne donne le détail de la mesure, les repères utilisés, le moyen de mettre le cheveu en rectitude.

En Terre Adélie, nous avons simplement rasé une surface donnée à une date donnée ; rasé la même surface à une nouvelle date donnée, recueilli plusieurs centaines de cheveux dont la longueur représentait la croissance entre les deux dates. Parmi les cheveux ainsi recueillis, quelques-uns sont très longs ou très courts, mais 85 à 90 p. 100 ont des longueurs extrêmement voisines. Ce sont ceux-ci qui ont été mesurés.

Quand nous avons essayé de placer le cheveu en ligne droite par

traction, nous avons constaté qu'il s'allongeait, qu'il aurait donc fallu connaître le coefficient de l'allongement, etc...

Dans ces conditions, les cheveux, à une température de 15° et avec une humidité relative de 85 p. 100 (conditions dans le local où furent faites les mesures) furent placés entre deux plaques de verre et leur image très grossie projetée sur un écran par une lanterne (avec verre anticalorique et ventilation excellente). On projette en même temps un repère de longueur connue. Il suffit alors de mesurer *au curvimètre* (au 1/2 mm) l'image agrandie 20 fois des cheveux dans leur forme naturelle. On peut mesurer très rapidement un grand nombre de cheveux pour avoir une moyenne valable.

Voici deux résultats, l'un concernant des cheveux, l'autre des poils de barbe :

Cheveux de B. : Vitesse de croissance entre le 4-8-1950 et le 29-9-1950 :

0 mm 350 par jour.

Barbe de V. : Vitesse de croissance entre le 9-4-1950 et le 20-6-1950 :

0 mm 459 par jour.

Les chiffres considérés comme normaux dans nos climats sont variables suivant les auteurs, qui ne donnent d'ailleurs en général pas la méthode utilisée.

DEROBERT et LEBRETON (1951) dans une étude médico-légale ont rassemblé les résultats obtenus.

Pour les cheveux, on peut admettre comme chiffre moyen: 0 mm 450, pour la barbe : 0 mm 504.

Nos mesures, faites avec beaucoup de soin, montrent donc un ralentissement de la croissance des cheveux beaucoup moins important que celui mesuré par MAC LEAN. Répétons que les conditions de vie étaient différentes. Par contre, les mesures de ralentissement de croissance des cheveux, des ongles, des poils de barbe, sont tout à fait concordantes.

On peut affirmer qu'il y a un ralentissement de la croissance des phanères manifeste en région polaire.

Il est légitime de considérer que ce ralentissement est en rapport avec une diminution du métabolisme de l'enveloppe, élément de l'acclimatation au froid. Comme il a été dit plus haut, on peut penser que ce mécanisme joue largement chez les animaux antarctiques véritablement « acclimatés » et il serait intéressant de le vérifier.

KAYSER et METZ (p. 188) estiment que les deux conceptions du fonctionnement séparé de l'enveloppe et du noyau dans l'acclimatation au froid ne sont peut-être pas absolument contradictoires. Ils envisagent :

— « une forme de tolérance à long terme avec maintien de la température centrale et chute de la température cutanée,

— une forme de tolérance à court terme avec maintien de la température cutanée et chute progressive de la température centrale ».

La première forme, forme économique et durable, nous paraît plus spécialement mériter le nom d'Acclimatation.

Les Expéditions polaires, dans les extraordinaires laboratoires naturels de l'Arctique et de l'Antarctique offrent un champ d'étude magnifique pour le problème de l'acclimatation au froid (1).

Il faudrait y disposer de moyens de recherches indispensables qui, jusqu'à présent, ont manqué dans la plupart des bases antarctiques ; avant tout un laboratoire de Chimie biologique et de physiologie permettant de suivre l'évolution du maximum de constantes organiques et des moyens pratiques d'étude des températures de surface.

Mais dès maintenant une conclusion s'impose : l'Acclimatation naturelle de l'homme au froid est très insuffisante, sans les secours des techniques de protection modernes pour permettre sa « vie naturelle » en Terre Adélie. Les populations des régions arctiques les plus dures bénéficient d'un été à température positive, d'une certaine végétation, de bois flotté. Rien de tout cela n'existe dans le secteur de l'Antarctique envisagé. Le problème du feu en particulier y serait insoluble. La « vie naturelle » de l'homme en Terre Adélie semble impossible.

Acclimatation artificielle. Hygiène polaire antarctique.

L'homme ne peut survivre dans l'Antarctique qu'en *emportant avec lui son climat* ; climat collectif de la base antarctique, climat individuel de l'équipement polaire. Jusqu'à présent, *il emporte aussi avec lui l'énergie* qui lui est nécessaire, calorifique ou alimentaire (2). L'hygiène polaire groupe l'ensemble des techniques et des moyens qui permettent à l'homme de vivre, là où aucun animal n'a réussi à se maintenir, par exemple sur le plateau Antarctique (Raids d'AMUNDSEN et de SCOTT au pôle Sud, hivernage solitaire de BYRD).

Il est impossible d'entrer dans les détails d'hygiène de la base, du vêtement ou de l'alimentation. On ne visera qu'à une revue très rapide de ce qui fut observé en Terre Adélie pour l'hivernage 1950.

HYGIÈNE DE LA BASE ANTARCTIQUE.

La base antarctique est une forteresse isolant l'homme du froid et du blizzard, grâce à sa construction spéciale et à son chauffage. Mais avec elle apparaissent deux dangers d'origine humaine : l'incendie (3) et l'oxyde de carbone.

La ventilation était facilement assurée par les appareils de chauff-

(1) Ce problème qui offre maintenant un intérêt militaire important a été l'objet d'études non publiées, faites avec de gros moyens.

(2) En Terre Adélie existe à la disposition de l'homme une source d'énergie considérable : le Vent. Mais son utilisation pose des difficultés techniques qui seront certainement résolues au cours d'expéditions ultérieures.

(3) Notre base de Port-Martin a été détruite par le feu en janvier 1952 à la fin du séjour de nos successeurs.

fage, le vent extérieur, les différences de température. Le blizzard était filtré dans le sas et entre les différentes parois des murs.

Les difficultés de récolte de la glace et l'énergie nécessaire à la fusion limitaient la *quantité d'eau* : 150 litres par jour ont suffi aux besoins de tous ordres.

La lumière artificielle a été nécessaire pendant la quasi-totalité du séjour à cause de la glace formée sur les fenêtres malgré 4 épaisseurs de vitre.

Le vent a été utilisé pour l'évacuation de *tous les produits d'élimination*.

HYGIÈNE INDIVIDUELLE.

L'hygiène individuelle qui exigeait beaucoup d'eau a été réduite au minimum : lavage des dents et des mains, eau simple sur le visage, sans savon qui, en dégraissant la peau, favorisait les gelures.

HYGIÈNE DU VÊTEMENT.

Le vêtement réalise le micro-climat individuel que l'homme « homéotherme dégénéré » (MAGNE) doit emporter pour survivre dans l'Antarctique.

Le pouvoir isolant ou pouvoir protecteur d'un matériau ou d'un vêtement a été étudié d'un point de vue physique et physiologique avec choix d'une unité de pouvoir isolant, le CLO (1) et aussi d'un point de vue purement physiologique par la méthode des temps de tolérance. Les résultats montrent que *l'isolement d'un vêtement est avant tout fonction des couches d'air qu'il détermine et des mouvements d'air qu'il autorise*.

Mais l'isolement nécessaire varie non seulement avec les conditions extérieures mais aussi et dans une mesure très large avec l'activité du sujet.

SIPLE (1945 c) donne les chiffres suivants :

T° en degrés C	Sujet au repos	Sujet effectuant une marche rapide
21° 1	1,5 CLO	0,3 CLO
10°	2,3 »	0,7 »
1° 1	4,9 »	3,1 »
-17° 8	8,1 »	6,3 »

(1) Définition physiologique du CLO : isolement thermique d'un vêtement assurant le confort thermique d'un sujet au repos, assis, dans une pièce où l'air est à 21° C, l'humidité relative inférieure à 30 %, la vitesse de déplacement de l'air 0 m 10 par seconde.

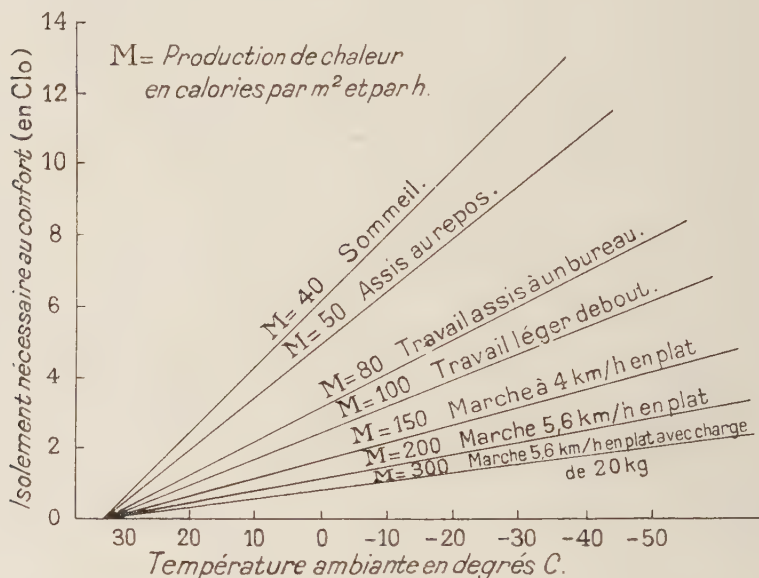
Définition physique : isolement d'un matériau qui, placé entre deux ambiances dont la différence de température est 0°18 C, laisse passer une calorie par mètre carré et par heure.

NEWBURGH L. a établi le très intéressant graphique reproduit fig. N° 27, où l'effet de l'activité du sujet apparaît beaucoup plus important.

Ainsi est posé en un dilemme un des principaux problèmes de l'équipement en pays polaire :

le vêtement assure le confort thermique au repos, mais le sujet à chaud et transpire à l'effort ;

le vêtement assure le confort thermique dans un travail donné, mais le sujet se refroidit dès que le travail cesse.



27. Abaques de NEWBURGH et HARRIS indiquant la valeur en CLO de la protection vestimentaire nécessaire suivant la température de l'air, pour différentes activités du sujet. Ces abaques rendent compte du problème actuellement insoluble de l'équipement polaire qui ne peut convenir à la fois pour le repos et pour le travail.

La solution est évidemment un vêtement à isolément variable : des couches superficielles faciles à enlever permettent de se découvrir pendant le travail. Elle n'est pas applicable en Terre Adélie puisque la couche superficielle est précisément la couche étanche anti-blizzard, il est également impossible d'utiliser, sauf par beau temps, les mains et la tête comme radiateurs de refroidissement.

Les problèmes particuliers à la Terre Adélie sont donc essentiellement les problèmes posés par le blizzard.

L'étanchéité du survêtement wind-proof est facile à obtenir. Le masque facial ou le passe-montagne couvrant le visage n'empêchent pas la formation du masque de glace (photo N° 3) qui protège des

gelures, gêne seulement la respiration, mais obstrue rapidement la vision.



Photo N° 3. — Masque de glace sur passe-montagne.

Les photographies sont de R. POMMIER, photographe de l'Expédition.

Le problème de la vision dans le blizzard est essentiel pour la sécurité du personnel et les travaux extérieurs. La face interne d'un milieu transparent est rapidement très au-dessous de la température du point de rosée dans le micro-climat orbitaire et en moins d'une

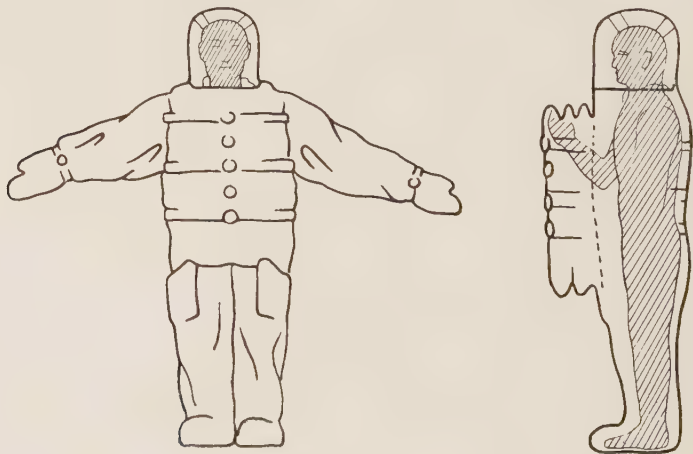
minute, il y a formation de glace. Tous les anti-buées disponibles furent essayés sans succès. Puis, utilisant une idée de MARRET, nous avons essayé de construire un masque avec milieu transparent constamment renouvelable. A la fin de l'hivernage, la moins mauvaise solution pour les emmétropes était représentée par les lunettes-masques de rhodoïd percées en face chaque pupille d'un trou inférieur à 15 mm de diamètre. Pour les amétropes, tous les essais furent infructueux ; les verres de contact apporteraient certainement une très importante amélioration.



28. Appareil à alvéoles multiples construit à Port-Martin pour l'étude du problème de la vision dans le blizzard.

Il a montré que le blizzard n'entraînait pratiquement pas dans les alvéoles ayant un trou unique de diamètre inférieur à 15 mm.

Une solution qui n'a pas pu être expérimentée, faute de moyens techniques en Terre Adélie, peut être proposée pour le problème général du blizzard : le *scaphandre anti-blizzard* (Fig. N° 29).



29. Le scaphandre anti-blizzard proposé pour la Terre Adélie. Toutes les parties du vêtement sont accessibles aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur. Les manches ou le « sas » déshabités sont aussitôt fixés par des boutons ou des ceintures pour les soustraire à l'action du vent.

Le scaphandre anti-blizzard proposé est un survêtement en toile wind-proof, toile des Parka, toile de tente fine par exemple.

Il est fait d'une combinaison très ample comportant en une seule

pièce, non seulement la combinaison habituelle, mais les chaussons à neige et les mouffes.

Sur la face antérieure, cette combinaison s'ouvre soit par des boutons, soit par une fermeture éclair (1), dans une sorte de véritable sas. Ce sas est une énorme poche descendant sur les cuisses, remontant jusqu'au col. Ce sas lui-même s'ouvre à l'extérieur sur tout ou partie de sa hauteur, soit par deux fermetures éclair décalées, soit par deux boutonnages décalés, fermetures qui se sont montrées étanches au blizzard.

Un système de 2 ou 3 ceintures avec boucles ou avec boutons volumineux permet d'appliquer le sas sur la face antérieure du vêtement et de ne pas offrir de prise au vent dans les conditions normales.

Les manches, très amples, terminées comme on l'a dit par des mouffes, portent aussi un système d'attache permettant de les fixer au vêtement, par exemple sur les côtés du corps.

Des poches sont prévues à l'intérieur et aussi à l'extérieur pour marteau, piolet, pitons, cordage, etc...

La partie céphalique est constituée par une sorte de coupole de plexis-glas qui porte à l'intérieur un système du type de celui des casques, la posant et la fixant sur la tête du sujet. Elle est reliée à la combinaison d'une manière étanche. En avant, elle porte une surface transparente en verre sécurit qui constitue l'appareil de vision proprement dit. Cette glace peut être nettoyée de l'extérieur facilement, et elle peut être nettoyée aussi facilement de l'intérieur. La coupole est assez large en avant pour permettre le jeu des mains entre la glace et le visage, et les mains peuvent être retirées des manches qui sont à ce moment-là fixées au vêtement, pour éviter qu'elles ne battent dans le vent. On peut aussi prévoir un système mécanique de nettoyage de la glace par un couteau. Le problème de la vision pour emmétrope ou amétrope serait résolu.

L'ensemble du scaphandre tient du survêtement et de la tente ZARDSKY. Il délimite un micro-climat, parfaitement défendu de l'extérieur.

Un certain nombre de problèmes seraient, croyons-nous, résolus par des essais.

— la respiration (oxygène et gaz carbonique) pouvant se faire soit à travers le tissu même du scaphandre (comme dans la tente complètement fermée, soit, si nécessaire, en réservant une partie de la surface transformée en filtre à blizzard. Pratiquement, il est probable que ce problème ne se poserait pas.

— l'évacuation de la vapeur d'eau aboutirait sans doute au même résultat que dans une tente de raid fermée pour la nuit : formation de givre sur la paroi du scaphandre. L'inconvénient serait minime, le scaphandre étant porté par-dessus un équipement normal. On pourrait prévoir une évacuation de ce givre qui s'accumulerait à la

(1) Nous avions des fermetures éclair qui fonctionnaient parfaitement au froid et dans le blizzard.

partie inférieure du scaphandre, ou une surface métallique froide de condensation ou un absorbant.

Il est vraisemblable que le scaphandre serait rapidement chaud, peut-être avec un gradient thermique vertical important. Un système de ventilation manœuvrable serait sans doute nécessaire au niveau de la coupole de plexi-glas par exemple. Mais la glace formée à l'intérieur éviterait l'échauffement, dans une certaine mesure.

Le scaphandre anti-blizzard, une fois mis au point, permettrait :

- de remplacer le système utilisé, parka plus pantalon wind-proof, parka serrée dans le pantalon, bandes de toile à la jonction pantalon-chaussure, passe-montagne sous le capuchon, masque de rhodoïd, etc...

- d'éviter le masque de glace ; si la glace se forme à l'extérieur du vêtement par passage de la vapeur d'eau, elle est peu gênante,

- de se retirer entièrement à l'intérieur de son vêtement qui, avec le sas, constituerait alors une véritable petite tente,

- d'effectuer à l'intérieur de son vêtement-tente, tous les travaux mécaniques ou scientifiques impossibles dans le blizzard avec l'équipement actuel (nettoyage, remontage, garnissage d'appareils enregistreurs, préparation de soins médicaux, etc...),

- de communiquer avec l'extérieur par l'intermédiaire du sas, donc de rentrer ou de sortir du « micro-climat individuel agrandi » des objets volumineux, voire un homme nécessitant des soins médicaux,

- d'enlever ses propres vêtements, de se déchausser, de réchauffer des gelures personnelles ou celles d'un camarade,

- de « tenir » de longues heures dans le blizzard couché au sol par exemple, après s'être amarré à des pitons à glace grâce à l'outillage des poches extérieures,

- de s'exonérer dans des conditions de confort dans un vase improvisé ou prévu qu'il est facile d'évacuer par l'intermédiaire du sas.

Nous pensons qu'un tel vêtement-tente, une fois étudié sur place et mis au point permettrait des observations scientifiques, des travaux extérieurs et surtout des opérations de sauvetage dans des conditions de confort et d'efficacité absolument inconnues jusqu'alors. Nous croyons, de plus, qu'il serait une protection excellente contre les effets psychiques du blizzard, et qu'avec lui disparaîtrait le « syndrome psychique du blizzard » qui est un des dangers graves de la Terre Adélie.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE.

L'hygiène alimentaire en pays froid a été très étudiée et discutée au cours des dernières décades et on a cherché à établir des « normes alimentaires polaires » par l'expérimentation animale et l'observation humaine. Mais les opinions et les résultats ne sont pas toujours concordants.

Il faut remarquer d'emblée que le problème de la constitution des rations se pose aujourd'hui surtout pour les « rations de raids » utilisées dans les déplacements. Dans les bases polaires, la ration est voisine de la « ration normale ».

Les besoins en calories dépendent plus, semble-t-il de l'activité du sujet que du climat. Dans les expéditions modernes, mécanisées et bien équipées, où les hommes sont de plus en plus *isolés* du pays, les chiffres se rapprochent de ceux admis en climat tempéré. SCOTT (d'après GORDON HAYES, 1928) avait pour le tragique raid au pôle Sud des rations quotidiennes de 4.800 calories, insuffisantes dans les effroyables conditions du retour. WATKINS dans l'Arctique utilisait 4.000 calories, les Expéditions anglaises en Terre de Graham, 3.500 calories, pour des raids en traîneaux à chiens. Dans l'opération MUSK-Ox, une troupe canadienne a consommé 4.400 calories par homme et par jour (KARK, CROOME, etc... 1948). Dans nos raids en Terre Adélie, la ration effective était de 3.800 calories.

L'Equilibre entre les constituants de la ration polaire est encore discuté.

Le régime presque uniquement carné des Esquimaux était un *régime hyperprotidique*. STEFANSSON et ANDERSON ont vécu pendant un an en parfaite santé aux U.S.A. en se nourrissant exclusivement de viande. Dans les rations de quelques expéditions polaires (Tableaux n° 5 et 6) les protides varient depuis 66 g jusqu'à 220 g. Mais actuellement, la plupart des auteurs (MITCHELL et EDMAN 1951, HILLMANN 1949, GLICKMANN, KEETON, etc... 1946) sont d'accord : les protides doivent couvrir largement les besoins azotés, mais ne doivent pas intervenir dans l'augmentation de la ration du fait du froid.

La Balance Lipides-Glucides.

En faveur d'une augmentation des lipides, les arguments sont nombreux : résistance au froid et à l'effort des Esquimaux avec leur alimentation traditionnelle, opinion et expérience de STEFANSSON (60 p. 100 de l'apport énergétique total doit provenir des lipides) expériences de KAYSER (1937), de DUGALL, LEBLOND et THERIEN (1949), travaux de GLICKMANN, KEETON (1946), notion classique de la facile digestion des graisses en pays froid, existence, d'ailleurs discutée, de « fat hunger », enfin et surtout du point de vue raid, grande valeur énergétique des lipides par rapport à leur poids. Dans les rations examinées (Tableaux 5 et 6), la ration quotidienne de lipides varie entre 171 g et 339 g.

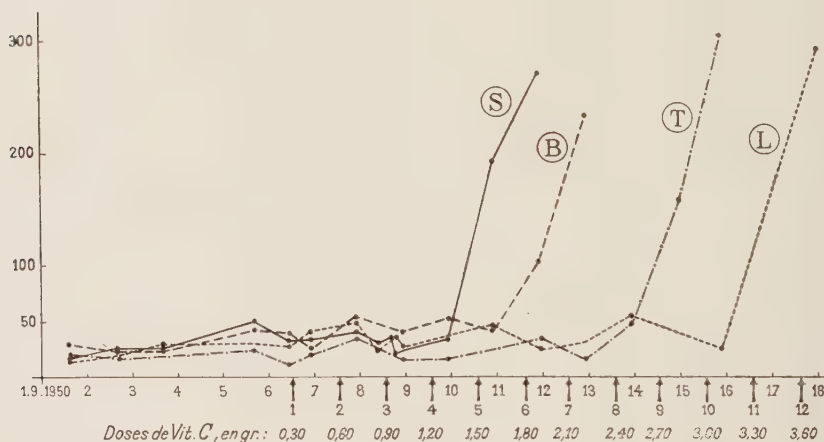
L'augmentation des glucides paraît préférable à une trop forte augmentation des lipides, dans des observations récentes. L'opération MUSK-Ox, notre propre observation n'ont pas enregistré de « fat hunger » ni de sélection des lipides par les hommes. HILLMANN (1943), GLICKMANN, KEETON (1946) rapportent les bons résultats de l'augmentation des glucides. Dans les tableaux 5 et 6, les chiffres des glucides se placent entre 266 g et 485 g.

Le Pemmican (45 p. 100 de lipides, 25 à 40 p. 100 de protides, très peu de glucides) est une base essentielle de la ration polaire pour STEFANSSON (1950), LATARGET (1949). Au contraire, un peleton d'infan-

terie nourri exclusivement de pemmican est hors de combat en 3 jours (KARK, JOHNSON, LEWIS 1945). Notre ration de raid comportait à l'origine 75 g de Pemmican BOVRIL. De deux équipes effectuant le même raid, l'une consomma 1/3 du poids prévu, l'autre multiplia ce poids par 2.

Dans l'état actuel de la question, il faut surtout éviter d'être systématique et laisser un certain choix aux hommes, ce qui est par ailleurs un élément psychologique important. Dans ces conditions, la position de la balance lipides-glucides est très différente suivant les sujets.

L'augmentation des vitamines, malgré les résultats de l'expérimentation animale (DUGAL et THERIEN 1945) ne semble pas améliorer la résistance au froid (GLICKMANN, MITCHELL, etc 1946) GRAB (1948) (KARK, CROOME, etc. 1948). Nos rations comportaient, sous forme de



30. Recherche d'une avitaminose C inapparente par le test de saturation au milieu de l'hivernage, après un mois de suppression des comprimés vitaminés d'appoint. Les sujets S et B, qui consommaient habituellement des boissons vitaminées en poudre sont saturés par 1,20 g et 1,50 g d'acide ascorbique. Les sujets T et L qui ne consommaient pas de boissons vitaminées en poudre ne sont saturés que par 2,40 g et 3 g.

(Dosage des réducteurs urinaires totaux par le dichlorophénol-indol-phénol).

comprimés, les quantités normales de vitamines en pays tempéré et des sels minéraux. En plein hivernage, ces comprimés furent supprimés pendant un mois. L'épreuve de saturation en Vitamine C (Fig. N° 30) montre que deux des sujets étudiés sont saturés un peu tardivement. Il ne faut donc pas oublier, même avec le régime de la base (Tableau N° 7) le danger de carence en Expédition polaire.

Le rythme des repas est important : 3 à 4 petits repas par jour augmentent les performances des sujets.

Les rations des expéditions polaires.

Quelques-unes sont données pour comparaison dans le tableau N° 6.

Dans notre Expédition :

La « ration de base » destinée à être consommée à la base après préparation culinaire était très variée (Tableau N° 7).

Les « rations de raid » étaient de deux types : ration normale, 3.800 calories pour 1.290 g avec emballage, ration de réserve ou de secours, 2.600 calories pour 690 g.

Elles avaient été établies en tenant compte des éléments suivants :

— le poids emporté sur un traîneau fixe la durée d'un raid, donc la distance parcourue,

— les repas chauds et les boissons, nécessitant l'allumage d'un réchaud, ne peuvent être préparés que sous la tente, donc au réveil et au coucher.

En fait, à la base et dans certains raids des ressources locales furent utilisées : viande de phoques, de manchots et de skuas, œufs de manchots, poissons pêchés à travers la glace.

Le vin fut à la base la boisson la plus appréciée (vin concentré en boîte métallique dilué avant l'emploi), le café, l'ovomaltine, les boissons acides en poudre, les boissons de raid.

En conclusion : la ration polaire se rapproche actuellement de plus en plus, qualitativement et quantitativement, de la ration normale en pays tempéré.

REMARQUE.

Ces rations ont été préparées en 1948 où des restrictions importantes existaient encore.

Ces produits permettaient une alimentation cuisinée variée.

Furent débarqués en plus à Port-Martin :

100 kg de fromage de gruyère.

2 Jambons.

50 kg de morue séchée.

550 l de vin concentré à 24°.

300 bouteilles de vins fins.

100 bouteilles de rhum et cognac.

TABLEAU 5.
Les Rations de Raid de l'Expédition 1949-1951.

Constituants	Ration de réserve			Ration normale de raid			Ration équilibrée Randon		
	Poids de chaque constituant	Calo-ries	Poids avec emballage	Poids de chaque constituant	Calo-ries	Poids avec emballage	Poids de chaque constituant	Calo-ries	
Flocon avoine	83			83					
Pemmican	150			75					
Ovomaltine	83			83					
Beurre	67			67					
Lait condensé	67			133					
Chocolat	42			62					
Sucre	83			83					
Biscuits				150					
Conserves de viande ou de jambon				110					
Cacao				20					
Fromage				50					
Raisins secs				25					
Bonbons				33					
Nescafé				8					
Boisson en poudre ..				8					
Thé				4					
	P L G			P L G			P L G		
	41 144 266	2600	690	125 171 485	3800	1290	90 80 680	3800	

En outre : 1 sachet de sel ; des vitamines en comprimés (couvrant les besoins journaliers ; des comprimés de sels minéraux (carbonate de calcium, iodure de potassium, Protexalate de fer).

Tous les chiffres sont en grammes.

La composition du Pemmican Bovnal tenue secrète a été estimée.

TABLEAU 6.

Quelques autres Rations Polaires de Raid.

Constituant	Ration de F. SCOTT Raid au Pôle Sud (1911) (1)		D. CONAN (Antarctica) (1943)		F. I. D. S. Terre Graham 1948		B. A. A. R. E WATKINS (Antique)	
	Poids	Calories	Poids	Calories	Poids	Calories	Poids	Calories
Biscuits.....	448		170		28		112	
Sucre.....	84		57		91		112	
Beurre.....	56		57		158			
Pemmican.....	336		340		158		224	
Thé.....	20		20		17		28	
Cacao.....	17		21					
Fl. avoine.....			71		68		84	
Flocon.....			28					
Lait (poudre).....			113		45		84	
Chocolat.....			113		68			
Fruits secs.....			28					
Citron (poudre).....			21					
Noiset./Amandes.....			82		68		56	
Farine de poids.....							224	
Margarine.....								
Reasmont Résidu (Poudre de lait écré- mé.....)							56	
Lait malte.....							14	
	P L G 220 235 455	4800 (2) ou 4380	P L G 121 339 352	5500 (2) ou 4600	P L G 66 247 266	3500	P L G 120 328 388	6000 (2) ou 4800

(1) D'après GORDON HAYES.

(2) 1^{er} chiffre = chiffre donné ; 2^e chiffre obtenu par le calcul en utilisant le même coefficient que dans nos propres rations.

TABLEAU 7.

*Constituants des rations de l'Expédition 1949-1951.
en Terre Adélie.*

RATIONS DE BASE

(devant être consommées à la base, après préparation à la cuisine).

Nature des constituants	Poids pour 12 rations (Equipes de 12)
<i>Légumes déshydratés ou secs :</i>	
Haricots secs ou lentilles	1.250
Pommes de terre.....	600 + 400 (poudre)
Champignons	100
Poireaux.....	50
Julienne	200
Choux	100
Carottes.....	150
Tomates	100
Oignons.....	200
Poires séchées	100
Raisins secs.....	100
Riz.....	400
<i>Conserves :</i>	
Miel.....	500
Lait Nestlé.....	1.600
Ovomaltine	750
Beurre	1.200
Confiture.....	1.000
Fruits au sirop.....	500
Crème de marrons.....	1.000
Petits pois	500
Haricots verts.....	500
Haricots blancs	500
Tomate	500
Epinards.....	1.000
Champignons.....	500
Filet de porc.....	200
Cotelettes de porc.....	400
Sardines ou thon.....	100
Corned beef.....	100
Foie gras.....	200
Pâté de lapereau.....	100
Jambon.....	400
Bacon.....	200
Lard.....	200
Coq au vin ou oie aux haricots..	200

Nature des constituants	Poids de 12 rations (Équipes de 12)
<i>Divers :</i>	
Lait sec.....	1.000
Semoule.....	500
Biscuits salés.....	1.050
Biscuits sucrés.....	400
Elesca.....	250
Camembert.....	250
Fromages Bel.....	450
Pâtes.....	500
Maïzena.....	250
Chocolat.....	750
Cacao.....	250
Nescafé.....	100
Café.....	125
Thé.....	100
Poivre, girofle, cannelle, vanille..	
Kub.....	100
Boissons sucrées (Orange/citron).	200
Sucre.....	2.000
Farine.....	2.000
Flocons d'avoine.....	750
Sel.....	250

Acclimatation psychologique.

Les facteurs psychologiques jouent dans une expédition polaire un rôle essentiel. Du « climat psychologique » dépendent dans une très large mesure, non seulement le « confort » du séjour dans l'Antarctique, mais aussi la santé générale du groupe, son efficacité, son rendement, et parfois même le destin d'une équipe de raid ou de l'expédition toute entière.

Les « journaux » des expéditions, destinés au grand public, sont naturellement discrets sur les difficultés psychologiques des hivernages. Ce n'est que lorsque des troubles mentaux graves entraînent l'incapacité complète d'un homme qu'il en est fait mention dans les rapports. Ce fut le cas d'un matelot de l'Expédition de Gerlache, au cours du premier hivernage antarctique en 1898. Atteint de la « folie de la persécution », très impressionné par la mort de Daxco et les funérailles sur la banquise, il dut être surveillé étroitement pendant plus de la moitié du séjour.

Pendant le deuxième hivernage de Mawson en 1913, le radio de l'expédition « à cause du travail trop constant à la radio, dans des conditions sans précédent », fut victime d'un « nervous break down ». « Rien ne pouvait être fait pour lui », il s'améliora lentement, mais fut incapable d'assurer son service jusqu'au retour.

Dans « South », Schackleton mentionne aussi un cas de « dépression mentale aiguë » chez un des naufragés réfugié à Elephant Island.

En dehors de ces accidents manifestes, il est facile de se convaincre, soit par rencontre directe des participants, soit par leur conduite ultérieure les uns vis-à-vis des autres, que certaines expéditions ont connu des conditions psychologiques pénibles.

Un psychiatre seul pourrait faire une étude détaillée de cette question complexe. Nous nous bornerons ici à mentionner les observations simples d'un « Chirurgien d'Expédition antarctique ».

Il nous a paru possible de classer sous trois chapitres les facteurs de la vie psychique de l'Expédition.

1°) LES CARACTÈRES PERSONNELS des membres de l'Expédition ont évidemment une importance primordiale.

Les personnalités dominantes de quelques hommes donnent à la vie du groupe une physionomie particulière. Les vétérans des Expéditions Polaires, qui ont fait plusieurs hivernages soit dans l'Arctique, soit dans l'Antarctique, sont tous d'accord : chaque hivernage est, au point de vue psychologique, différent de tous les autres.

Le recrutement d'une expédition est un gros problème. Habituellement, les hommes n'ont en commun qu'un seul point : ils sont volontaires, donc capables d'accepter ou de désirer des risques, qu'il ne faut d'ailleurs pas exagérer.

Mais les formations sont très différentes : scientifiques, techniciens, marins, ouvriers, etc...

Les raisons du départ sont tout aussi diverses. Elles peuvent être psychologiques : lassitude de la vie monotone de « civilisé », besoin d'évasion, besoin d'échapper à une situation sentimentale ou familiale, désir de « faire quelque chose », de « se réaliser » après des années d'une vie décevante. Chez certains persiste une passion « juvénile » pour les expéditions polaires et l'on retrouve chez eux l'impression profonde de lectures de jeunesse. Ce groupe particulier use volontiers de mots comme : « les polaires », ou « les explorateurs ».

Dans d'autres cas, les raisons du départ sont d'un ordre très différent : intérêt d'un travail scientifique ou technique, amélioration de la situation financière actuelle.

Mais sans doute le départ est-il souvent une question d'occasion, de circonstance.

L'équipe est donc essentiellement hétérogène à tous les points de vue : niveau social, formation intellectuelle et technique, culture, religion, etc... Par exemple, parmi les onze membres de l'Expédition 1949-1951, il y avait un pasteur protestant, et un catholique pratiquant, des indifférents et des athées, un ouvrier et un ingénieur des Ponts et Chaussées, un journaliste et un danseur classique, un ancien F.T.P. et un ancien anarchiste, etc... Avec tout cela il faut recréer une unité, un monde prêt à collaborer efficacement dans le travail.

2°) IL S'AGIT D'UN PETIT GROUPE FERME MENANT UNE VIE DIFFICILE ET COMMUNE PENDANT UNE ANNÉE AU MOINS.

Ces conditions sont rarement réalisées ailleurs et J.-B. CHARCOT écrit déjà que chacun étudie la « psychologie de la collectivité restreinte » au cours de son premier hivernage.

Le problème de la hiérarchie possède une solution relativement

simple : la solution militaire avec numérotage hiérarchique des individus. Cette solution n'est pas toujours possible dans les expéditions « civiles ». Elle aurait été impossible avec les individualités de l'équipe 1949-1951. Dans cette expédition, le tutoiement était général, même à l'égard du chef de l'Expédition. Dans ces conditions, les différences entre les hommes viennent surtout de leur utilité pour le groupe, de leur efficacité sur le terrain, et de leur personnalité. Il y a re-crédation d'un petit monde où les ambitions s'affrontent avec les moyens propres à chacun : flatterie, manœuvres, opposition ouverte, etc...

Les sentiments affectifs vis-à-vis des autres membres du groupe varient rapidement dans le temps. Il est d'observation courante d'éprouver pour un des camarades une antipathie grandissante. Tout ce qu'il dit ou fait est un motif de le mépriser et de le haïr : ses propos à table, sa façon de manger, de s'habiller, etc... Sa conduite quelle qu'elle soit, relève des plus bas motifs. Puis, parfois, sans aucune raison, ou parfois après un fait insignifiant, cette haine diminue, s'efface et le plus souvent est transportée sur un autre membre du groupe. Même quand on s'efforce de ne pas l'exprimer cette antipathie est habituellement perçue par celui qui en est l'objet.

Malgré cela, le sentiment de solidarité de l'équipe reste très fort. Il est entretenu par la sensation permanente d'isolement du reste du monde, sans aucun secours possible, la conscience de la faiblesse de l'homme devant le pays, la conscience de la nécessité absolue de chaque individu pour la vie même de la base.

Les réactions affectives de chacun, de ce fait sans doute, sont toujours restées modérées.

Les possibilités d'isolement de chacun étaient très faibles à cause de l'absence de chambres individuelles. Elles résidaient essentiellement dans le travail, la musique pour certains, et la lecture. CHARCOT avait emporté 1.500 volumes, dont certains « interdits à l'équipage ». En partant pour le pôle Sud, SCOTT avait avec lui BROWNING, WILSON avait choisi TENNYSON. Les deux mêmes hommes, au cours de l'expédition précédente, se félicitèrent de posséder DARWIN, au cours du grand raid vers le Sud. CHERRY-GARRARD, au long des marches derrière le traîneau, se répétait des poèmes appris par cœur, pour ne pas penser à des « griefs purement imaginaires pouvant devenir des motifs de discorde ». Pour la plupart d'entre nous, la lecture fut un refuge précieux. Malheureusement, le temps a manqué à certains pour pouvoir en bénéficier.

Il existait une vie psychologique commune importante. Elle se manifestait essentiellement pendant les repas, presque toujours joyeux et animés, qui constituaient les seuls moments de détente. Dans la conversation générale de la table, nous prenions conscience de notre unité. Cette unité se traduisait notamment :

par des modifications du langage :

peu à peu, une prononciation spéciale fut acceptée par tous. Le son OU fut prononcée U. Des mots furent adoptés par toute l'équipe (pin-tadon pour Manchot, poussière prononcée pussière pour blizzard, météophrise fait de météo-néophyte. Des phrases, des questions et des

réponses prirent un caractère rituel ; par exemple : « Et alors — qu'est-qu'on va faire — A savoir ». Ce même phénomène a été noté par MAWSON qui parle de la création d'un « dialecte local » et qui cite le mot « Championship » utilisé pour désigner un petit accident involontaire : « un couteau cassé dans le miel gelé, le porridge brûlé, la chute d'une pile d'assiettes, etc., »,

par un fond commun de conversation :

qui comportait trois sujets principaux, inépuisables, toujours les bienvenus, fournissant les 3/4 de la conversation générale.

L'un à caractère nettement sexuel pouvait être en relation avec notre abstinence forcée.

Le deuxième était relatif à la Relève. Le thème général était l'accueil que nous allions préparer pour l'arrivée de la deuxième Expédition. Ceci traduisait peut-être la peur inconsciente de rester pour un deuxième hivernage.

Le troisième, qui occupa la première partie de l'hivernage, pouvait s'intituler « le Procès ». Nous discutions à perte de vue sur les condamnations qui nous attendaient au retour en France. Peut-être ce thème avait-il son origine dans la peur plus ou moins avouée de ne pas remplir notre mission ;

par une reconstruction de l'organisation familiale,
(observée par ailleurs dans certains camps de prisonniers pendant la guerre). Les chiens étaient les enfants, l'un de nous le père et les autres les oncles.

Le problème sexuel n'a pas posé de difficultés spéciales. En dehors du sujet de conversation déjà mentionné, les histoires grivoises n'étaient pas spécialement abondantes, les confidences à peu près nulles.

En dehors de ce fond commun, phénomène sans doute assez superficiel, *il n'y a pas eu d'intimité réelle*. Chacun a gardé pour lui, jalousement, les souvenirs auxquels il tenait vraiment, les croyances ou les pensées qu'il considérait comme vraiment siennes.

3°) L'INFLUENCE DU PAYS.

L'esthéo-climatologie antarctique demanderait une longue étude.

Tous les explorateurs ont insisté sur la grandeur du spectacle antarctique. De COOK et DUMONT D'URVILLE à SCHACKLETON, SCOTT, CHARCOT ou BYRD, les relations de voyage essayent de traduire l'impression profonde laissée sur l'homme. BYRD a même attribué « l'envoûtement de l'Antarctique » à une action grisante de l'air (Wine like quality of winds).

O. ABS (1951) a insisté sur les effets psychologiques néfastes des régions polaires arctiques : nuit polaire, aurore polaire, lumière rouge du soleil bas sur l'horizon (tous éléments générateurs d'angoisse), peur subconsciente, abstinence sexuelle, seraient plus ou moins responsables des syndromes d'« hystérie polaire » (PIBLOKTO des Esquimaux), de « cycloïdie polaire » et du syndrome de MARX (observés chez les soldats allemands ayant passé deux hivers dans le Grand Nord). Il est classique aussi de noter des troubles de sommeil : rêves arctiques

avec cauchemars et oppression, sommeil incomplet, non réparateur, insomnies d'été à cause du jour perpétuel.

Rien de semblable n'a été observé en Terre Adélie. Au contraire, le sommeil a été habituellement profond et prolongé tout au long de l'année. L'équilibre psychique général fut satisfaisant, peut-être à la fin de l'hivernage une certaine irritabilité existait-elle.

Les éléments particuliers au paysage de Terre Adélie sont :

— la simplicité du relief : plateau de glace descendant vers la mer, plaine de la mer gelée semée d'icebergs,

— l'infime proportion de rochers par rapport à la glace,

— l'absence de toute végétation,

— l'absence de vie animale de mars à octobre.

Deux éléments : la lumière et le vent règnent sur le pays.

Les éclairages sont particuliers, tant du fait de la faible hauteur du soleil que de la réflexion et de la réfraction sur la glace. Les couleurs sont essentiellement des bleus et des rouges quand le soleil brille, et la luminosité est considérable.

Les systèmes nuageux sont un peu particuliers : on ne voit pratiquement jamais les formations de cumulus si fréquentes dans le ciel de France.

Un éclairage spécial est réalisé à travers l'« altostratus », c'est l'« obscurité blanche » : le ciel, la glace, les falaises sont confondus dans une blancheur uniforme et sans détails. Les distances sont impossibles à évaluer. Le relief de la glace où l'on marche a disparu.

Les aurores polaires sont visibles dans la plupart des nuits claires.

Le vent réalise un fond sonore permanent. Dehors, il interdit toute communication sonore, même à courte distance, et est un facteur d'isolement. Dans la baraque, il est un accompagnement perpétuel des bruits d'origine humaine, et sans doute grâce à l'habitude, il prend une valeur rassurante.

La cessation subite du vent au cours de l'évènement météorologique qui fut baptisé « phénomène » entraînait souvent la nuit le réveil des dormeurs et s'accompagnait toujours d'un certain sentiment d'inquiétude confuse. MAWSON a fait la même observation.

Le blizzard provoque un véritable syndrome psychique particulier qui pourrait être individualisé sous le nom de « syndrome psychique du blizzard ». Dans un blizzard dense, avec l'équipement actuel, les sensations venant du monde extérieur sont étrangement bouleversées : la vue n'existe pas au-delà d'un mètre ; l'ouïe est inutilisable à cause du ronflement du vent et des vibrations de la parka, les pressions du vent (voir Chapitre I) sont considérables et troublent l'équilibre déjà précaire sur la glace, la respiration est gênée par le masque de glace. Dans ces conditions, le sujet éprouve le dos au vent ou à terre, une sorte de sensation dangereuse et paradoxale de confort et de sécurité, d'indifférence optimiste ; il est convaincu que l'effort est inutile, il est incapable d'initiative, incapable de raisonnement. En même temps, il aspire au silence relatif, à l'immobilité, à la chaleur de la base. Mais

tout cela paraît lointain et inaccessible : c'est un état d'inefficience, de dépression résignée.

Les effets psychologiques de ce monde étrange ont été relativement peu marqués, soit par manque de réceptivité des sujets, soit parce qu'un travail incessant et des préoccupations constantes réalisaient pour nous un certain isolement nous protégeant de l'influence du pays.

Voici les réactions enregistrées surtout personnellement :

Sensation d'être hors du monde, dans un autre monde, sur un autre astre et devant des spectacles dont la signification nous échappait. Impression qu'il se passait quelque chose, qu'un spectacle se déroulait, que nos échelles de perception de l'espace et de la durée ne nous permettaient pas de saisir. Nous avions simultanément la sensation d'être hors du temps terrestre, d'avoir jusqu'au retour du navire une sorte de sursis. Aussi les nouvelles par radio qui venaient affirmer l'existence et l'emprise du monde, avaient-elles un caractère désagréable et agaçant.

Sensation particulière d'inquiétude avec attente particulièrement manifeste dans l'obscurité blanche, à l'arrivée des systèmes nuageux de perturbations s'élevant de l'horizon ouest, au moment du « phénomène », dans les silences extraordinaires de l'hiver par temps calme, sur le plateau éclairé par le soleil de minuit ou par clair de lune sur la presqu'île. Cette sensation d'inquiétude, qui n'était jamais réellement pénible, était souvent nettement associée à l'idée du spectacle incompréhensible précédemment mentionné. Nous assistions à un spectacle interdit, nous observions des secrets que nous n'avions pas à connaître. Cet état particulier se traduisait dans certaines formules comme celle-ci : « Le Grand, là-haut (le Bon Dieu) ne nous a pas encore repérés sur notre petite presqu'île. Ne bougeons pas, ne faisons pas de bruit. Il ne faut pas se faire remarquer ».

En même temps, sensation de force, de puissance matérielle, de possibilité pour nous de « posséder » le pays. Cette impression était celle que peut éprouver une petite unité militaire solide, bien armée, bien entraînée, enfoncée en pays ennemi. Il y avait là une source d'orgueil et de joie.

Au terme de ce premier et très insuffisant essai d'étude du climat psychologique de l'Expédition Antarctique, nous retiendrons surtout sa complexité, son caractère parfois étrange, sa tonalité stimulante et la puissance des souvenirs qu'il a laissés.

TROISIÈME PARTIE.

CHAPITRE VIII.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE.

Généralités.

Deux faits donnent à la pathologie d'une expédition polaire antarctique des caractères spéciaux :

Le personnel n'est composé que d'hommes jeunes examinés soigneusement avant le départ ;

Les conditions de vie et le climat favorisent ou provoquent des accidents particuliers.

En rapportant très brièvement les faits pathologiques de notre Expédition, il est parfois intéressant de les comparer avec les observations des grandes expéditions antérieures.

La mort en expédition polaire.

Les pertes souvent sévères des grandes expéditions maritimes et accessoirement polaires du XVIII^e et du XIX^e siècles ne peuvent pas être attribuées au climat et conditions polaires. Elles relèvent des carences et des accidents dus à la mer. Il n'en est pas de même pour les pertes beaucoup plus faibles des expéditions récentes séjournant effectivement pour un an au moins dans l'Antarctique :

DE GERLACHE (1897-99)	1 homme
BORCHGREVINCK (1898-1900)	1 homme
SCOTT (1901-04)	1 homme
SCOTT (1910-13)	5 hommes
MAWSON (1911-14)	2 hommes
SCHACKLETON (1914-17)	3 hommes
F.I.D.E.S. (Angleterre 1942-50)	3 hommes
Expédition anglo-scandinave (1949-51)	3 hommes

Un certain nombre de morts sont de cause imprécise, habituellement par absence d'un médecin auprès du malade : SPENCER SMITH, dans l'Expédition SCHACKLETON, 1914-17, HANSEN, dans l'Expédition BORCHGREVINCK, MERTZ, pendant le tragique raid de MAWSON (1913).

D'autres ont des causes médicales : deux morts par tuberculose pulmonaire, une par angine de poitrine.

On retrouve, depuis le début du siècle, sept morts par accidents : incendie, chute dans une crevasse ou à la mer.

La mort réellement « polaire », la « mort blanche » qui est un état cryoplexique irréversible relève non seulement du froid et des gelures multiples, mais aussi de l'inanition, de l'épuisement physique et nerveux, des carences, du désespoir. Ce fut la mort de SCOTT et de ses quatre compagnons au retour de la « course au pôle Sud » (1912), sans doute celle de MAC INTOSH et HAWARD (1916) et celle d'un chef de base anglaise (1950) perdus dans des blizzards denses.

Dans une expédition moderne bien préparée, bien équipée, n'ayant pas pour but l'exploit sportif, les pertes en vies humaines doivent être très faibles et uniquement accidentelles. Des dangers inévitables sont d'origine humaine : accidents dus aux engins mécaniques, explosion, incendie, oxyde de carbone. D'autres sont liés au pays : immenses crevasses de l'inlandsis cachées par des ponts de névé, blizzard dans lequel à courte distance de la base on peut parfaitement s'égarer, se perdre définitivement, s'épuiser et mourir de « mort polaire » avant d'être secouru.

Pathologie infectieuse.

La flore antarctique est pauvre et son caractère pathogène peu étudié. Mais les Expéditions apportent leur propre flore pathogène « civilisée », les hommes sont souvent surmenés, les règles de l'hygiène difficilement applicables.

Dans les rapports de toutes les expéditions antarctiques, la pathologie réellement infectieuse est extrêmement réduite. De même, les accidents infectieux enregistrés à Port-Martin ont été infimes : 4 angines rouges apyrétiques, un furoncle qui avorta, pas de suppuration des plaies superficielles, rien qui puisse être rapproché du « seal-finger » (CANDOLIN, 1949) malgré le découpage de nombreux phoques.

Pathologie digestive.

Nos observations sont insignifiantes : intoxication alimentaire bénigne, petites manifestations hépatiques éphémères. La constipation, ennui classique, n'a pas été notée. Dans les autres expéditions antarctiques, il faut mentionner 3 appendicites aiguës : un cas opéré à Petite Amérique, en 1934, avec guérison, un cas non opéré, mais évacué en 1950 à l'île Heard, un cas opéré avec décès à Macquarie, en 1951.

Ophthalmologie.

Les deux catégories d'accidents prévisibles ont été faiblement représentés :

Les traumatismes (4 cas), coup de mèche de fouet, goutte de soude concentrée dans l'œil, conjonctivites dues au vent et au blizzard.

Un seul cas sérieux d'*ophtalmie des neiges* avec trois jours de cécité complète, mais guérison sans séquelles.

Oto-rhino-laryngologie.

Le fait principal retrouvé dans les travaux des Expéditions antarctiques est un état de congestion des muqueuses respiratoires avec toux, œdèmes et hémoptysies, apparaissant par des températures de -16° à -56° (SCHACKLETON, 1909, SCOTT, 1907, RUSSELL, G. FRAZIER, 1945).

En Terre Adélie, peut-être à cause des masques faciaux et des masques de glace, même par -35° , aucune lésion muqueuse n'a été constatée.

Stomatologie.

La stomatologie est toujours une préoccupation du médecin d'Expédition polaire.

Les douleurs des dents « dévitalisées » et obturées, la chute des obturations sont des accidents classiques à côté des stomatites carentielles. Au cours de l'Expédition, un cas de pyorrhée nécessita 6 extractions et le traitement d'une ostéite maxillaire. Des infections sur dents obturées ou portant des prothèses aboutirent à 3 autres extractions. Des obturations tombèrent et furent remplacées. Des caries dentaires découvertes aux examens systématiques furent traitées précocement. Des dents de sagesse provoquèrent des troubles bénins. Des douleurs des collets guérirent par traitement formolé. Deux gingivites, l'une érythémateuse, l'autre ulcéreuse, relevaient sans doute plus du manque d'hygiène buccale que d'une étiologie carentielle.

Traumatologie.

Malgré les conditions défavorables : travail et déplacement sur la glace vive dans des vents qui transforment les objets en projectiles redoutables, nombreux moteurs, préparation et manipulation d'hydrogène, l'Expédition n'a enregistré aucun traumatisme grave. Mais les blessures bénignes ont été fréquentes : des plaies superficielles banales cicatrisant dans les délais normaux contrairement aux observations classiques, deux brûlures du 1^{er} et du 2^e degré, des phlyctènes des pieds au début des raids, 9 morsures de chiens, guérissant en 4 à 12 jours, une dixième compliquée d'une dermite érysipéloïde cédant aux anti-biotiques, deux entorses simples de la cheville, une entorse du genou avec hydarthrose, une entorse de l'articulation métacarpophalangienne du pouce droit avec petit arrachement osseux, une luxation de la phalangette de l'auriculaire droit, un lumbago traumatique, une fracture de côte par chute pendant la « corvée de glace », un hématome du bras à la suite du choc d'une plaque de contreplaqué emportée par le vent. La radiographie a été précieuse pour affirmer l'état du squelette.

Intoxications.

Trois ordres d'intoxication étaient prévisibles :

les aliments conservés, consommés après examen, qui n'ont provoqué aucun incident ;

les produits alimentaires locaux : phoques, manchots, skuas, poissons et petits crustacés schizopodes, tous très appréciés, n'ont entraîné aucune intoxication (1) ;

L'oxyde de carbone, danger grave des bases polaires enneigées, a été recherché systématiquement avec le détecteur du P^r GRIFFON. Dans l'abri des moteurs, il y eut, le 13-3-1950, entre 1/1000 et 2/1000 d'oxyde de carbone. Les deux radios présentèrent des signes cliniques manifestes. Les installations furent modifiées et la surveillance continuée pendant tout l'hivernage.

Maladies de carence.

Dans la pathologie de l'Expédition 1948-1951, le chapitre des accidents de carence est pratiquement inexistant. Il n'est nullement certain, en effet, qu'on y puisse faire entrer les deux observations de gingivite précédemment signalées, ni un cas de fragilité des ongles en août 1950.

Des comprimés de vitamines et de sels minéraux, en quantité correspondant aux besoins quotidiens, d'après les normes de l'Institut supérieur d'hygiène alimentaire, étaient distribués aux repas. Ils constituaient la différence essentielle entre notre régime et celui d'expéditions bien préparées de « l'époque pré-vitaminique », comme la 2^e Expédition CHARCOT, 1908-1910. Or cette Expédition souffrit précisément de carences sérieuses.

Le scorbut polaire, l'anémie polaire, la myocardite polaire groupaient une série d'accidents divers dans les rapports des expéditions « pré-vitaminiques » : stomatite, purpura, hémorragies, asthénie, palpitations, précordialgies, tendances syncopales, essoufflement, doigt mort et main morte, fourmillements, crampes, anesthésie, impotence fonctionnelle des jambes, œdèmes. Certaines expéditions (SCHACKLETON 1909, MAWSON 1915) étaient curieusement épargnées.

C'est à J. B. CHARCOT et à GOURDON (Thèse de Paris, 1913) que revient le mérite d'une analyse clinique complète des troubles de carence en expédition polaire. *De la notion imprécise et insuffisante de scorbut polaire*, ils arrivent à celle de *polynévrite hydrémique nautique*, ou beri-beri nautique considéré aujourd'hui comme une association d'avitaminose B 1 et d'avitaminose C.

Actuellement, la pathologie polaire de carence paraît avoir disparu grâce aux vitamines ajoutées aux rations. Les besoins de l'organisme en vitamines, du fait du froid ou du fait du régime, ne semblent pas supérieurs aux besoins normaux (GLICKMANN, MITCHELL... 1946). Pourtant, prévoir très largement reste une précaution sage.

(1) Au contraire, une soupe de poissons et crustacés a provoqué une intoxication générale sérieuse dans l'équipe qui nous succéda à Port-Martin (J. CENDRON, 1953).

CHAPITRE IX.

LES ACCIDENTS DUS AU FROID.

Ils constituent, maintenant que la prévention des carences est facile, le Chapitre le plus important et le plus particulier de la Pathologie polaire antarctique.

Leur prévention relève essentiellement de l'hygiène polaire sous toutes ses formes et spécialement de l'hygiène du vêtement et des raids.

On peut les grouper sous trois chapitres :

- les accidents généraux : cryoplexie (1),
- les gelures,
- la pathologie dite a frigore, ou accidents dus au froid en dehors des gelures.

Les accidents généraux dus au froid.

Disons tout de suite qu'aucun accident de « congélation générale », ou de « cryoplexie » n'a été observé au cours de l'Expédition. Mais c'est la menace qui pèse sur la vie dans l'Antarctique et spécialement en Terre Adélie, où le pouvoir de refroidissement de l'atmosphère dans les grands vents atteint sans doute les valeurs les plus fortes du globe.

L'homme égaré dans le blizzard, l'homme privé d'abri, à la suite d'un accident de raid, s'ils ne sont pas très promptement secourus, mourront de congélation générale.

La cryoplexie, la mort par le froid, sa clinique et son traitement ont été étudiés pendant la deuxième guerre mondiale. C'était en effet un problème important pour les troupes engagées dans les régions arctiques. A l'heure actuelle, il existe une masse de documents sur cette question dont beaucoup certainement ne sont pas publiés. On peut affirmer qu'un certain nombre de points paraissent maintenant sérieusement acquis.

Dans les courbes schématiques des pertes calorifiques du corps humain (Courbe n° 21) la *cryoplexie commence au point où la courbe*

(1) Terme utilisé par VAGLIANO, 1948, p. 7.

des pertes totales passe au-dessus de la courbe du métabolisme qui est d'ailleurs à ce moment-là le métabolisme de sommet. L'homéothermie est forcée, la température centrale baisse, le terme S de la formule de GAGGE devient négatif et va baisser de plus en plus. S'il n'y a pas rapidement une modification d'origine extérieure des échanges thermiques, l'organisme s'achemine vers la mort par hypothermie.

I. LA CRYOPLExIE.

Il n'est pas dans le cadre de ce travail de résumer, même brièvement, ce que nous savons actuellement de l'hypothermie et de son traitement, après les travaux de LEFEVRE J. (1929) les essais de cryothérapie chez les cancéreux (SMITH, L. W.-FAYI 1940), les expériences de HOLZLOHNER G. (1942) à Dachau ; et les nombreux travaux américains, comme ceux de SPEALMAN K. R. (1946). Les articles de BENITTE (1950, 1952), la monographie de KAYSER C. METZ (1950) sont des mises au point complètes de la question.

L'évolution en 3 phases de compensation, d'insuffisance relative, avec « replis » successifs de l'organisme et échelons de température centrale, d'insuffisance absolue, les réactions physiologiques, les modifications des humeurs sont connues dans une large mesure. Mais il reste beaucoup d'imprécisions et même de contradictions.

On insistera seulement sur quelques points particuliers.

Les aspects cliniques de l'hypothermie.

Avec REICHEL H. (1945) ou BENITTE A. C. (1950) et (1952) il paraît normal de distinguer deux formes cliniques très différentes.

La forme de « *défense maxima* » est réalisée par un sujet dans des conditions de santé normale, brusquement exposé au froid (Expérimentation de LEFEVRE, de Dachau, observations sur les marins et aviateurs tombés en mer froide). Cette forme est caractérisée par : frissons généralisés, agitation, douleurs musculaires violentes, notamment dans la région de la nuque, réflexes exagérés, pouls rapide, tension artérielle élevée, vaso-constriction périphérique marquée ; quand la température centrale descend entre 34° et 27°, apparaît la rigidité musculaire interrompue de mouvements cloniques, le ralentissement du pouls (à partir de 34°). A 30° s'installe une arythmie de type lent, la tension artérielle baisse. La conscience se trouble dès 31° et le regard reste fixé vers le haut, l'anesthésie est complète. A 27°, la rigidité cesse. La mort semble alors fatale.

La forme de « *défense minima* » est au contraire réalisée chez un homme épuisé physiquement. C'est une forme insidieuse. La « *thermorégulation n'est pas activée ; le corps se refroidit comme un corps physique ; la température tombe brutalement* ». BENITTE (1952, p. 127). C'est la « *mort blanche* », la mort douce décrite par LARREY chez les soldats surmenés et affamés. C'est aussi la « *mort polaire par la faim et par le froid* » dont on a trouvé de nombreux exemples au début de ce chapitre de Pathologie. Elle apparaît comme un ralentissement progressif et sans lutte de toutes les fonctions vitales. Le sujet ne souff-

fre pas (« just minor discomfort », écrit SCOTT à Madame WILSON dans la tente où les trois hommes du raid au Pôle Sud vont mourir), ne frissonne pas, est indifférent, envahi par un engourdissement, une somnolence invincible. La respiration, le pouls se ralentissent, les réflexes s'abolissent. La tension artérielle est effondrée. Un état de « *mort apparente a frigore* » (BENITTE A. C. 1950) est réalisé. La consommation d'oxygène est réduite. Il semble bien que la température centrale puisse descendre plus bas que dans la « forme maxima » sans que le pronostic soit fatal.

En pratique, les observations détaillées de cryoplexie restent rares et certaines montrent une intrication des deux formes.

ADOLPH et MOLNAR (1946) ont noté chez des sujets exposés à l'air froid, les douleurs de la « défense maxima » mais aussi l'indifférence, la stupeur de la deuxième forme.

HILDMANN E. (1949) a vu des unités allemandes sur le front russe envahies par l'engourdissement corporel et mental.

KELSEY M. P. (1944) chez des aviateurs tombés en mer froide note des frissons, mais aussi un engourdissement tel qu'ils ne se souviennent pas plus tard avoir frissonné, « une passivité encouragée par une illusion de confort » cité par KAYSER et METZ (1950 p. 155).

KAYSER et METZ insistent sur les troubles neuropsychiques précoces dans l'hypothermie « qui diminuent considérablement l'efficacité et l'initiative de l'homme » p. 155. Il y a certainement là un danger pour les raids antarctiques qui, par souci d'utiliser au maximum les rares périodes de beau temps, ont facilement tendance à dépasser les limites « neuropsychiques » de résistance à l'action combinée froid et fatigue.

Le température létale varie considérablement suivant les espèces et dans une même espèce, suivant les expérimentateurs et les conditions des observations.

— Chez l'homme, SMITH et FAY (1940), DILL et FORBES (1941) ont atteint 23° au cours d'hypothermies thérapeutiques.

- SCHEINISS (1944) donne comme chiffre létal 20°.

- HOLZLOHNER (1942) dans les hypothermies par immersion à Dachau, a observé des températures létales de 27 à 25°. Il y eut un cas de survie à 25°.

LAUFMAN (1951) a rapporté une observation extraordinaire avec guérison après une température rectale descendue à 18° C.

On peut conclure que la température rectale d'un cryoplexique n'a pas de valeur pronostique absolue et ne doit pas faire renoncer au traitement.

Le mécanisme de la mort par cryoplexie. — La mort par le froid a d'abord été attribuée à une paralysie directe des centres nerveux, puis à une défaillance circulatoire, puis à une paralysie des thermorécepteurs, enfin à un épuisement thyroïdien et surrénal.

HOLZLOHNER est en faveur d'une défaillance cardiaque : hypervis-

cosité sanguine, surcharge circulatoire centrale, action directe du froid sur l'automatisme cardiaque, action de métabolites hypothétiques sur la perméabilité capillaire, action de l'hypertension du liquide céphalo rachidien sur le système nerveux central. (La ponction lombaire transforme l'arythmie de type lent en arythmie de type rapide beaucoup plus favorable).

LUTZ et VON WERZ (1944) ont soutenu récemment une théorie *asphyxique*. — L'hypothermie diminue la possibilité de dissociation de l'oxyhémoglobine beaucoup plus qu'elle ne diminue les oxydations tissulaires (oxydations tissulaires qui devraient être augmentées par la thermo-régulation chimique). Cette conception « ramène le problème du froid à un problème d'altitude » BENITTE 1950.

La théorie asphyxique est discutée par KAYSER et METZ 1950. Ils citent KRAMER et REICHEL (1944) qui ont montré que le coefficient d'utilisation de l'oxygène demeure élevé aux températures léthales, et KRAMER et SCHULTZE (1944) qui ont prouvé que l'oxyhémoglobine libère l'oxygène, même à la température de 0°C. D'autre part, l'électro-encéphalogramme et l'électro-cardiogramme ne présentent pas d'aspect asphyxiques.

La pathogénie de la mort par le froid n'est donc pas complètement élucidée. Elle n'est sans doute pas univoque.

II. — LE TRAITEMENT.

Le réchauffement rapide dans un bain d'eau à 50° (et même pour certains à 60°) déjà préconisé par LAPTSCHINSKY en 1880, puis abandonné, est aujourd'hui considéré comme le seul traitement efficace de l'hypothermie. Après dix minutes, le sujet est séché et enveloppé dans des couvertures chaudes et sa « température centrale doit continuer à s'élever de un degré toutes les dix minutes » (ALEXANDER 1944).

Des adjuvants ont été recommandés : l'oxygène (WELTZ, LUTZ et SCHUMACHER), la ponction lombaire, le glucose intraveineux en solution hypertonique à 7 ou 8 % (KILLIAN A. 1946), l'application de glace sur le champ récepteur du trijumeau (HENKEL 1943).

Dans nos expéditions polaires actuelles, ce traitement, difficilement applicable à la base, est complètement impossible à utiliser en raid où le danger est pourtant plus important. La quantité d'énergie calorifique rapidement libérable dont dispose une équipe de raid est, en effet, très restreinte : coussins chauffants thermo-chimiques, bouillotte d'eau chauffée à l'essence, chaleur des hommes et des chiens. Peut-être cette énergie serait-elle suffisante pour les besoins réduits d'un sujet maintenu en état d'hibernation artificielle pendant le transport. Cette suggestion nécessiterait, bien entendu, avant toute tentative d'application, une étude complète. Mais quand les moyens éprouvés ne sont pas applicables et qu'il ne reste aucun espoir, n'est-il pas légitime de tout essayer ?

Les accidents locaux. — Les gelures.

Voici les données du problème à Port-Martin :

— base moderne, nourriture excellente, équipement abondant et bien au point,

— pouvoir de refroidissement de l'ambiance énorme.

On pouvait donc prévoir que des gelures graves ne surviendraient qu'en cas de situations accidentelles (en admettant que ces situations accidentelles ne provoquent pas la mort par le froid), mais que des gelures légères pouvaient se produire rapidement au cours des sorties et travaux extérieurs obligatoires et au cours des raids. C'est ce qui a été observé.

I. — LES GELURES CLASSIQUES DES EXTRÉMITÉS.

Les observations portent sur 15 cas de gelures des mains ou des orteils à des degrés divers que l'on peut grouper sous deux titres :

A. *Des formes légères sans phlyctène* dans 10 des observations.

Les gelures des doigts des mains ont eu lieu surtout pendant l'automne au cours des travaux d'installation de la base qui obligeaient souvent à quitter les moufles et à rester quelque temps en gants de laine ou en gants de travail de cuir.

Ces gelures évoluent en deux phases bien nettes :

Le phénomène de l'« onglée douloureuse » se produisait. Habituellement, le travail était stoppé et les mains réchauffées dans les moufles, les poches ou même à l'intérieur de la baraque. Puis les travaux étaient repris jusqu'à une nouvelle « onglée douloureuse ». Les doigts étaient alors sans modification de couleur ; quelquefois pourtant ils étaient légèrement rouges ou au contraire pâles. Quand l'urgence ou la nature du travail exigeait de continuer malgré l'onglée, la gelure entraînait dans la deuxième phase.

La deuxième phase est une phase d'anesthésie complète avec doigt blanc qui va durer aussi longtemps que durera l'exposition au froid.

Au réchauffement se produit une nouvelle phase de douleurs avec doigts rouges, mais les douleurs qui sont à type de brûlure sont différentes de celles de l'onglée. Cette phase de douleurs au réchauffement durait quelques minutes seulement quand la période d'anesthésie avec doigts blancs avait été courte. Dans le cas contraire, les douleurs et la rougeur des doigts se prolongeaient parfois pendant 24 heures et entraînaient de l'insomnie.

Dans les jours suivants, la région gelée reste parfois complètement insensible, pâle, dure, avec perte de la fluctuation de la pulpe des doigts.

Au bout de 6 à 8 jours, une desquamation, plus ou moins évidente se produit et l'aspect redevient normal, mais il persiste le plus souvent une hypoesthésie ou une anesthésie pendant 3 semaines.

4 cas ont été immédiatement traités avec le Dilvasene. Mais les

observations sont trop peu nombreuses et trop disparates pour permettre une conclusion valable.

Au niveau des orteils, la sensation d'« onglée douloureuse » est beaucoup moins nette et moins prolongée. La phase d'anesthésie survient plus facilement, les douleurs de réchauffement sont moins importantes. Après réchauffement, la période d'anesthésie ou d'hypoesthésie avec perte de fluctuation de la pulpe existe comme aux doigts de la main. Il y a également desquamation. Le Dilvasene a été utilisé dans tous les cas à la dose de 3 à 4 comprimés pendant 4 à 6 jours.

Dans un cas, des gelures à répétition du type précédent entraînent l'apparition d'une zone violacée à limite supérieure nette, anesthésique, et peu douloureuse spontanément. Pourtant il n'y eut ni phlyctène, ni nécrose, mais guérison avec desquamation simple de la peau violacée. Les tissus sous-jacents étaient normaux.

Ces formes légères n'ont rien de commun avec l'érythème pernio qui n'a jamais été observé pendant l'Expédition. Elles sont également très différentes des gelures légères de la face qui aboutissent à la croutellisation et seront décrites plus loin.

Les phénomènes d'anesthésie durable pouvaient s'interpréter par une atteinte élective des terminaisons nerveuses de la peau.

B. *Des formes avec phlyctènes et petites escharres* existent dans 5 observations :

Au niveau des doigts : deux hommes perdus dans le blizzard le 23 juin à proximité immédiate de la base sont retrouvés 7 heures plus tard. Les gants de laine et les moufles ont été mouillés et imprégnés de graisse au découpage d'un phoque de Weddell.

Les 3 doigts médians des deux mains de S, l'annulaire et le médius des deux mains de L présentent le même aspect, troisième phalange et moitié distale de la 2^e phalange, dures, cartonnées, sans fluctuation, froides, complètement anesthésiées. Au lieu de la coloration blanche accompagnant le stade d'anesthésie comme dans les formes précédentes, il existe sur toute la zone gelée une coloration bleuâtre, rappelant celle d'un hématome sous-cutané, et visible à travers les ongles. Au réchauffement, aussitôt après le retour dans la baraque, les douleurs sont très intenses.

Le traitement consiste en infiltrations immédiates de novocaïne intra-humérale et l'on commence en même temps le Dilvasène par voie buccale. L'aspirine et les barbituriques ne suffisent pas à assurer le sommeil et chez S on est obligé de faire de la morphine.

Le lendemain, de grosses phlyctènes couvrent les parties gelées. Elles sont ponctionnées aseptiquement et contiennent un liquide séreux. Les douleurs continuent, mais sont moins violentes. Les injections de novocaïne intra-humérale semblent augmenter de 3 à 4 l'indice oscillométrique au poignet chez S.

Les ponctions de phlyctènes, la novocaïne intra-artérielle et le Dilvasène sont continués pendant 4 jours. Les douleurs spontanées ont disparu au 3^e jour, mais les mains sont inutilisables chez S, utilisables difficilement chez L.

Le 30, il y a décollement de la peau du lit de l'ongle et du repli

péri-ungueal chez S, ouverture d'une grosse phlyctène chez L, malgré les ponctions. Le tissu mis à jour est violacé, l'anesthésie objective est complète pour le toucher ; les parties gelées d'une dureté ligneuse sont douloureuses dans les mouvements et la manipulation des objets (Photo n° 4).

Le 2 juillet, au 9^e jour, il n'y a aucune infection, mais des zones violacées anesthésiques au toucher à limite supérieure nette.



Photo N° 4. — Gelures des doigts avec phlyctènes.

Le 6, la desquamation des tissus violacés commence sous les phlyctènes ouvertes. Les douleurs dans l'utilisation des mains persistent ainsi qu'une grande sensibilité au froid. La desquamation continue les jours suivants.

Le 23 juillet, après un mois, L peut être considéré comme guéri, les ongles sont intacts, les doigts sont recouverts d'une peau fine, la sensibilité au froid est importante mais en amélioration, les douleurs ont disparu.

Chez S, la desquamation et l'élimination des tissus violacés continue. Les ongles décollés par les phlyctènes tombent entre le 25 juillet et le 2 août. Le 6 août, il y a chute d'une petite escharre de l'extrémité du médius gauche, avec tissus cicatrisés au-dessous.

Dans les mois suivants, on assiste à la repousse des ongles, à la

diminution de la sensibilité au froid. Pourtant, l'année suivante, au cours d'un deuxième hivernage, de nouvelles gelures auront lieu chez S dans des conditions semblables.

Une autre gelure d'un doigt avec phlyctène volumineuse, évolution plus rapide et plus bénigne, avait été observée en avril au niveau d'un trou d'un gant de laine après quelques heures de travail extérieur.

Au niveau du poignet des gelures avec phlyctène, beaucoup moins douloureuses que celles des doigts, se produisaient dans le travail extérieur en gant de laine sans manchettes. Le frottement de la manche pouvait aussi jouer un rôle aggravant.

Au niveau des orteils, les lésions classiques du pied gelé furent observées, rarement d'ailleurs. Au retour d'un raid, P., qui a eu les pieds mouillés dans le « slush » d'une crevasse de marée, présente une large phlyctène à la face plantaire et au bord interne des deux gros orteils. Contenant un liquide citrin, elles sont anesthésiques au toucher et peu douloureuses spontanément et à la marche. L'une d'elles guérit simplement. L'autre s'ouvrit laissant voir un derme rouge, suppura légèrement et fut cicatrisée en 3 semaines. Le sujet effectua peu après sans encombre un raid en traîneau de 41 jours sur le plateau.

II. — LES GELURES « INAPPARENTES ».

PAUNESCO-PODEANU et TZURAI (1946) ont décrit sous le terme de « Gelures inapparentes », ou de « Gelures sans engelures », des troubles douloureux (myalgies, arthralgies, névralgies), souvent étiquetés rhumatismes ; et des troubles trophiques, (à type d'œdème surtout) qu'ils considèrent comme « des formes mineures de gelures, formes inapparentes, à substratum purement histologique, sans modifications tissulaires évidentes macroscopiques », p. 96.

On retrouve dans l'anamnèse « un froid intense, soutenu, violent, suivi ou non d'une gelure guérie ultérieurement, mais constamment accompagné de troubles neuro-vasculaires : cyanose ou blanchissement de la région, engourdissement, etc... » p. 101.

PAUNESCO-PODEANU et TZURAI rapprochent ces phénomènes des rhumatismes hyperergiques, mais ils en diffèrent par la grande ténacité et par leur pathogénie (troubles fonctionnels vasculo-spasmodiques dans les rhumatismes hyperergiques, troubles anatomiques de neurocapillarité dans les gelures inapparentes).

Voici les deux seules observations qui pouvaient peut-être entrer dans le cadre de « gelures inapparentes » de PAUNESCO-PODEANU et TZURAI.

Le 5 juin 1950, M, qui a beaucoup travaillé dehors et parfois à mains nues pour l'installation de l'appareillage météorologique, se plaint de douleurs des doigts et de la main droite avec irradiations au poignet et à l'avant-bras. Les troubles disparaissent en quelques semaines.

Le 8 juin, P souffre de la moitié externe de la main et du poignet droit sans antécédents traumatiques. La douleur n'est pas modifiée par les mouvements, la région douloureuse est d'aspect normal. Pas d'action du salicylate. Guérison en 15 jours.

Les nombreuses algies décrites plus loin qui cédaient au salicylate

ne doivent pas, de ce fait même, rentrer dans le cadre tracé par PAUNESCO-PODEANU et TZURAI.

III. — LES GELURES DE LA FACE (Photo n° 5).

Les gelures de la face ont été extrêmement fréquentes pendant l'automne et l'hiver. A cause du formidable pouvoir de refroidissement de l'atmosphère dans les grands blizzards, elles survenaient parfois en une minute quand, pour une sortie extrêmement courte, on négligeait le masque ou le passe-montagne.

Une quinzaine de cas de gelures de la face étendues et bien observées permettent de préciser un aspect qui paraît spécial aux pays polaires avec grands vents.

C'est une notion classique venue surtout de l'expérience de l'Arctique, que la gelure de la face est insidieuse, indolore et passe souvent inaperçue du sujet.

W. STEFANSSON dans « Arctic Manual », P.-E. VICTOR et tous les explorateurs de l'Arctique ont fait les mêmes recommandations : il faut remuer la peau du visage par des grimaces systématiques, ou y porter la main pour reconnaître la rigidité et l'anesthésie de la gelure ; en groupe, il faut surveiller le visage de ses compagnons afin de les avertir quand une tache blanche ou grisâtre apparaît.

Au contraire, dans les grands vents de Terre Adélie, la gelure de la face, sans doute à cause de la vitesse à laquelle elle se produit, ne risque pas de passer inaperçue du sujet lui-même.

Il existe une phase de sensation douloureuse intense, mais de courte durée. L'impression est celle de milliers de piqûres d'aiguilles, pendant quelques dizaines de secondes à peine dans les grands blizzards. Elle est plus longue quand le refroidissement est moindre. Dans certains cas même où l'« ambiance » est à la limite, cette phase constitue à elle seule tout le phénomène. C'est ce qui fut observé, le 8 janvier 1951, avec un vent de 30 m/s et une température d'été de -3° . La sensation bien connue de la gelure apparaissait, disparaissait, se reproduisait sans que le stade suivant soit atteint.

Puis survient la phase d'anesthésie complète. La partie gelée est blanche, ou grise, dure, cartonnée, froide. La peau ne se plisse plus sous l'action des muscles peauciers. Subjectivement, l'impression est celle d'un corps étranger fixé dans la peau. Le nez, par exemple, touché au doigt, semble une pièce de bois reliée à la partie vivante du visage par une zone souple et indolore. Cette anesthésie va évidemment continuer et on peut alors facilement oublier ses gelures.

Au réchauffement, on entre dans une phase douloureuse et érythémateuse. C'est une sensation permanente de brûlure, de cuisson qui dure parfois un jour ou deux dans les gelures étendues et profondes. La région est le siège d'un érythème intense, sans œdème ou avec un œdème léger. C'est l'aspect et les sensations d'un coup de soleil extrêmement intense.

Puis, la peau toujours rouge semble se rétracter, se craqueler, la gelure de la joue est un peu « en creux » à cette période. Dans deux cas seulement, des phlyctènes sont apparues, petites phlyctènes sur

le dos du nez et sur une joue chez L. le 24 juin 1950 et chez le même sujet une grosse phlyctène de la face crânienne et du pavillon de l'oreille droite, le 17 mai 1950.



Photo N° 5. — Gelures de la face au 5^e jour.
Croustellation de la surface gelée.

La phase de croustellation est nette à partir du 4^e, 5^e jour. La région gelée est recouverte d'une croûte brunâtre comme celle d'une plaie superficielle banale.

La chute des croûtes ou la desquamation dans les cas légers commence dès le 5^e jour et il y a restitution ad integrum en quelques jours.

Dans les régions pileuses, *les poils ne tombent pas*. Leur pousse continue, ce qui traduit bien la superficialité des lésions.

Jamais il n'y a eu de cicatrice.

La Topographie est essentiellement commandée par l'équipement ; le nez, les joues, la bouche et le menton sont seuls découverts en l'absence de masque. Il n'y eut aucune gelure des lèvres (que leur vascularisation doit protéger), rarement de gelures du menton, très fréquemment des gelures du nez et des joues.

Le maximum des lésions siège immédiatement au niveau du bord de la parka et là, comme au poignet, le frottement a un rôle aggravant manifeste.

Selon la région gelée, les phénomènes subjectifs et l'évolution varient, mais on retrouve partout le même schéma général.

Il faut remarquer que parmi toutes les gelures observées, soit aux extrémités, soit à la face, *aucune n'a entraîné de séquelles définitives d'aucune sorte*. Aujourd'hui, les mains, les pieds, les visages sont anatomiquement et fonctionnellement normaux.

En parcourant les rapports des expéditions antarctiques antérieures, on retrouve des gelures mentionnées presque à chaque chapitre. Mais deux fois seulement des amputations furent nécessaires (SCHACKLETON 1921, RUSSEL G. FRAZIER 1945). On pourrait donc dire que l'extrémité gelée classique, avec œdème et nécrose, est rarement réalisée dans l'Antarctique, que les formes graves de gelures y sont exceptionnelles. La réalité est sans doute différente : quand des gelures importantes se produisent, c'est que le système de protection, le « climat » que l'homme emporte avec lui dans l'Antarctique est déjà irrémédiablement compromis ; et avant que puissent évoluer des gelures localisées, la mort va survenir par congélation générale.

Le traitement des gelures.

Dans le processus général de défense de l'organisme contre le froid, la gelure peut être considérée comme le *résultat d'un « sacrifice de l'enveloppe au noyau »*. Les gelures apparaissent rapidement chez l'homme et même chez le chien esquimau qui a perdu une partie de sa fourrure ; au contraire, chez les animaux antarctiques, l'enveloppe possède une très grande insensibilité au froid.

On peut résumer les notions de *physiopathologie, bases du traitement des gelures* dans cette phrase de PAUNESCO-PODEANU et TZURAI (p. 107) : « La gelure est une neuro-vasopathie, au début fonctionnelle, spasmodique, plus tard organique, caractérisée par un processus transsudatif et oblitérant et ayant tendance à évoluer vers l'ischémie et la gangrène ». Mais il existe une action directe, complexe et encore mal connue du froid sur les cellules, action sur laquelle insistent des auteurs américains et en particulier LEWIS (1952).

Les buts du traitement peuvent alors être schématisés ainsi :

- rétablir de toute urgence la circulation locale, facteur capital du métabolisme local, là où cette circulation peut être rétablie ;
- limiter la nécrose des tissus, en tout cas ne pas l'aggraver ;
- prévenir l'infection ;
- calmer la douleur et conserver un bon état général, facteur de cicatrisation.

Il faut insister sur le fait que *les traitements préconisés par les différents auteurs sont très nombreux et très différents.*

1) *Une notion thérapeutique essentielle est admise par de nombreux auteurs* : couper l'action nocive des vasomoteurs, faire cesser le spasme d'urgence par *les infiltrations du sympathique à la novocaïne* qui constituent « le traitement suprême de la gelure » PAUNESCO-PODEANU et TZURAI 1946. Les infiltrations péri et intra-artérielles sont les plus faciles, les infiltrations ganglionnaires seraient les plus efficaces.

2) *Un certain nombre d'autres moyens d'action sur la circulation locale sont discutés* : des moyens chimiques (substances vaso-dilatrices par emploi local ou général (Camphre, Ichtyol, Tuménol, Folliculine, Histamine, Priscol, Alcool, Acétylcholine, Papaverine, Trinitine, Proteinothérapie, etc...) ou des moyens physiques (bains chauds, à température croissante, bains alternants, air chaud, ondes courtes, massages, etc...).

3) *La lutte contre l'œdème* (position élevée, mouchetures, sangsues) est importante pour VAGLIANO (1948).

4) *La limitation de la nécrose* est recherchée par des procédés parfois complètement opposés. Pour VAGLIANO (1948), il faut éviter la déshydratation et utiliser des pansements humides continus au Dakin et au sérum, et de l'oxygène. PAUNESCO-PODEANU et TZURAI (1946) conseillent, au contraire, de dessécher au maximum les gelures en utilisant le sac de talc stérile de GOMOIU, et en réalisant « une atmosphère chaude constante autour de l'extrémité gelée ».

5) *La prévention de l'infection* relève actuellement avant tout des anti-biotiques.

6) *Le traitement général* préconisé comporte une liste impressionnante de médicaments très divers : anti-algiques, anti-spasmodiques, analeptiques, sédatifs neuro-végétatifs, hormones cortico-surrénales, anté et post-hypophysaires, thyroïdiennes, Vitamines A, D, C, B₁, PP, éphédrine, sérum salé hypertonique, transfusion sanguine, etc...

7) Il y aurait sans doute lieu, actuellement, d'essayer des médicaments nouveaux : anti-coagulants, modificateurs des capillaires, ganglio-plégiques, anti-histaminiques comme le proposent A. C. BENITTE (1952) et H. LABORIT (1952). Mais les travaux expérimentaux et cliniques des auteurs américains analysés par SHUMACKER et LEMPKE (1951) n'ont pas mis en évidence de résultats thérapeutiques véritablement impressionnants.

En conclusion, *le traitement de la gelure constituée*, contrairement à celui de la cryoplexie, *n'est pas encore actuellement bien fixé.*

De toute façon, le premier problème qui se pose en Expédition polaire est le problème du réchauffement de la partie gelée.

1) Les frictions à la neige, destinées à provoquer une vaso-dilatation locale, sont heureusement aujourd'hui universellement condamnées. En pays polaire, avec de la neige en cristaux durs à -20° ou -30° , elles sont certainement très néfastes et n'ont jamais été utilisées ni par les Esquimaux ni par les Lapons.

2) Le réchauffement rapide par immersion dans l'eau à 40° degrés ou 42° degrés, combattu jadis par tous les auteurs, est aujourd'hui préconisé et aurait donné de bons résultats en Corée (H. LABORIT, 1952 b).

3) De toutes façons la seule source de chaleur qui soit partout et immédiatement utilisable, est celle du corps humain. Aussi les Esquimaux, et après eux les explorateurs polaires recommandent-ils le traitement de la partie gelée en la plaçant sous les vêtements au contact de la peau : réchauffement du visage gelé par application des mains nues en s'enveloppant la tête dans la parka ; réchauffement des mains gelées en les plaçant au contact de la peau de la poitrine, ou mieux, pour que le contact ait lieu sur les deux faces, sous les aisselles ou dans un pli génito-crural, ou inguinal cuisse fléchie ; réchauffement d'un pied gelé en le plaçant de façon semblable au contact de la peau d'un camarade.

En Exploration polaire la méthode du « réchauffement par la peau humaine » doit être considérée actuellement comme la méthode de choix, efficace et sans danger. Elle a un autre avantage : c'est que le plus souvent, en dehors de la néfaste friction à la neige, elle est la seule méthode applicable.

La pathologie « a frigore ».

Accidents dus au froid en dehors des gelures.

A cause de la « valeur de refroidissement » en pays polaire et en particulier en Terre Adélie, il paraît, a priori, légitime de redouter la fréquence des accidents « a frigore ». Or, toutes les observations antarctiques sont absolument concordantes, et insistent au contraire sur leur discrétion ou sur leur absence. Ni dans les « cahiers de visites » de l'Expédition 1949-1951, ni dans les ouvrages consultés pour le présent travail, on ne trouve mention de cette pathologie « a frigore » : ni coryza, ni catarrhe des voies respiratoires supérieures, ni angine, ni accident pleuro-pulmonaire, ni néphrite, ni hémoglobinurie, ni paralysie faciale ou des nerfs périphériques.

Les raisons de cette discrétion de la pathologie a frigore en pays polaire ne sont nullement évidentes.

On a pu dire que les différences de température, plus que le froid lui-même, étaient en cause, et que les explorateurs polaires vivant constamment au froid, n'étaient pas exposés à des variations de température comme en pays tempéré. Cet argument ne tient pas. On a vu en effet que les variations annuelles de température étaient supérieures en Terre Adélie à la variation de Paris. Dans beaucoup d'autres bases

polaires, les différences sont encore plus importantes. D'autre part, le « chaud et froid » existe en pays polaire autant et plus qu'en pays tempéré : le moindre travail fait entrer en transpiration à cause de l'équipement et le refroidissement ne peut pas être évité. Enfin, les bases polaires actuelles sont bien chauffées. La température dans la baraque polaire en hiver était de l'ordre de la température d'une maison française (sauf dans les basses couches). Il y a donc un contraste thermique énorme avec l'extérieur.

On a pu penser que l'absence de pathologie « a frigore » était due à une acclimatation. Mais même à l'arrivée en pays polaire, avant toute acclimatation, cette pathologie n'existe pour ainsi dire pas.

Dans l'état actuel de nos connaissances sur l'antarctique, encore extrêmement incomplètes, on peut invoquer une différence importante entre le climat polaire et le climat hivernal des régions tempérées : du fait des basses températures et aussi d'une humidité relative moyenne faible (à Port-Martin en tous cas), *l'air est très sec, l'humidité physiologique est très basse*, comme il a été exposé dans la première partie de ce travail. Mais il est très possible que jouent également des éléments non encore étudiés : état électrique, corpuscules, composition de l'air, etc...

Dans les observations médicales de l'Expédition 1949-1951, 3 ordres de phénomènes pathologiques peuvent être rapportées manifestement au froid et nous les ferons donc entrer dans le cadre mal défini de la pathologie « a frigore ».

1) L'ÉCOULEMENT NASAL.

Un écoulement nasal variable selon les individus, mais toujours abondant, se produisit *dès l'automne*. Il commençait après quelques minutes d'exposition à l'air froid, continuait pendant tout le séjour à l'extérieur, cessait presque immédiatement au retour dans l'atmosphère chaude de la baraque.

Il s'agissait d'un écoulement de liquide clair, mais contenant une certaine proportion de mucus, d'après les traces qu'il laissait sur les manches de parkas, utilisées comme mouchoir.

Il fut *maximum pendant l'automne*, à une période où la température et le blizzard permettaient de garder le visage découvert. Pendant l'hiver, le masque de glace se formait rapidement devant le nez et la bouche (photo n° 23). Il était difficile de connaître alors l'importance de l'écoulement nasal. Mais on peut néanmoins affirmer qu'il était moins abondant qu'en automne. Au printemps où le visage fut découvert à nouveau, l'écoulement était moins important qu'à l'automne précédent.

Dans ce phénomène de « *goutte au nez* » poussé à un degré extrême, un *facteur physique simple* indiqué par J. BOYER paraît certain :

Dans le nez refroidi, il y a condensation de la vapeur d'eau expirée. La température de la paroi du nez est inférieure au point de rosée de l'air expiré. Le port d'un masque en hiver ou d'un « couvre-nez » diminuait l'écoulement parce qu'il élevait la température des parois du nez.

Mais la présence de mucus prouve une participation de la muqueuse, peut-être due à une irritation ou à une réaction glandulaire au froid.

La diminution du flux pendant les raids de printemps dans des conditions climatiques très voisines de celles de l'automne, peut-elle être attribuée à une « adaptation locale », à un entraînement de la muqueuse au froid, à un réchauffement des parois par « entraînement circulatoire » ? Il serait prématuré de l'affirmer.

2) LA POLLAKIURIE-POLYURIE.

Tous les hommes sans exception accusèrent dès le milieu de février, avec des températures variant de -10 à -20 , une *pollakiurie très marquée* : 10 à 20 mictions dans les 24 heures. Il s'agissait d'envies impérieuses, mais sans phénomènes douloureux. La quantité d'urine, mesurée à plusieurs reprises, chez un sujet, oscillait entre 1500 et 2000 centimètres cubes.

A cause des vêtements difficiles et longs à défaire, à cause surtout du caractère particulier des mictions dans un vent de 100 km/h (le jet d'urine est fragmenté en grosses gouttes que des tourbillons élèvent et rabattent dans la figure et l'urine gèle sur les lunettes obstruant la vue) cette pollakiurie entraînait un certain inconfort dans le travail extérieur.

Elle cessait complètement les jours où les grands blizzards empêchaient tout travail extérieur. Le nombre de mictions et la quantité d'urine redevenaient normaux.

Le bleu de méthylène, le rufol, comme prévu, n'entraînaient aucune amélioration.

Le phénomène disparut pendant l'hiver, période où les sorties étaient rares et de courte durée. Il fut noté à nouveau au printemps, mais comme l'écoulement nasal, beaucoup moins manifeste qu'à l'automne précédent. A cause de l'équipement, la sudation apparaissait parfois pendant le travail et pendant les raids, mais il n'a pas été possible de constater des variations inverses entre polyurie et sudation.

La polyurie et la pollakiurie au froid sont des observations courantes. On a pu faire entrer la polyurie dans les « mouvements de l'eau » provoqués par le froid, avec la salivation, les larmes et l'écoulement nasal (BENITTE, 1949). La pathogénie de la pollakiurie reste plus obscure.

3) LES ALGIES.

Sept des onze hommes de l'Expédition ont présenté à diverses reprises, des algies musculaires ou articulaires, survenant sans traumatisme, après exposition prolongée au froid, nettement améliorées par le salicylate. (C'est à cause de cette action du salicylate que ces algies n'ont pas été classées parmi les « gelures inapparentes » de PAUNESCO-PODEANU et TZURAI).

Sept observations de lombalgies bilatérales ou à prédominance unilatérale, sans points douloureux précis à l'examen, entraînant une

contracture musculaire peu manifeste, sans « blocage » du rachis comme dans le lumbago, maximum le matin au réveil, mais ne disparaissant pas complètement par la mobilisation de la journée, n'immobilisant pas complètement le malade, disparaissant en quelques jours par le traitement salicylé à doses moyennes.

Sur les 5 sujets ayant souffert de ces lombalgies, 4 dormaient dans les couchettes inférieures, où comme on l'a vu plus haut, la température était basse et la glace présente sous le matelas (graphiques n° 9 et 10).

Les troubles cessèrent par surélévation des couchettes et sommeil dans un climat nettement plus chaud.

Cinq observations d'arthralgies des membres.

Dans un cas, il s'agit du coude : apparition progressive d'une douleur localisée à la face antérieure du coude gauche, maximum le matin au réveil, améliorée par les mouvements, sans signes physiques.

Dans 4 cas, les algies intéressent les articulations des doigts, soit métacarpo phalangéennes, soit inter-phalangéennes.

Au réveil, l'articulation est en demi-flexion. Tout mouvement d'extension est très douloureux (réveillant parfois le sujet la nuit en cas de mouvement pendant le sommeil). A un certain angle entre les 2 segments osseux, le sujet perçoit très nettement la sensation d'un « bossage » à franchir, comme s'il y avait une déformation d'une surface articulaire. Ce « bossage » est particulièrement douloureux et ne peut être franchi qu'après plusieurs essais. Les douleurs s'atténuent beaucoup après un certain nombre de mouvements et s'aggravent à nouveau après une période de repos. Il n'y a aucune modification objective ni radiologique. Dans un cas volontairement non traité, cet état a persisté, en s'aggravant lentement, pendant un mois.

Toutes ces arthralgies ont disparu en 2 ou 3 jours par le traitement salicylé aussi bien aux récidives qu'à la première manifestation.

Deux observations sont relatives à des douleurs non articulaires, du même type que précédemment, mais mal caractérisées, de topographie assez floue, siégeant dans un bras pour le premier cas, dans une jambe pour le second.

Ces « petits accidents dus au froid » ne sont habituellement pas mentionnés dans les récits des expéditions antérieures. Ils ont probablement existé mais ont été considérés comme trop bénins pour prendre place dans un rapport général. Pourtant CHARCOT (1910, p. 232) écrit : « beaucoup souffrent de douleurs rhumatismales ».

Un travail canadien récent a montré expérimentalement chez l'homme et l'animal, une diminution de la vitesse des mouvements et une augmentation de la force nécessaire pour effectuer ces mouvements après une exposition au froid. Les auteurs ont pu mettre en évidence une augmentation de la viscosité du liquide synovial. Mais les douleurs ne sont pas mentionnées et on n'est pas autorisé à rapprocher ces faits des observations d'arthralgies avec « phénomène de bossage ou de came » observés en Terre Adélie (J. HUNTER, E. H. KERR, M. G. WILLIAMS) (1951).

Avec les éléments actuels, aucune hypothèse ne sera faite sur la pathogénie de ces algies a frigore.

La « crise de ré-adaptation à la chaleur ».

Au début du voyage de retour, les membres de l'Expédition dans l'Antarctique depuis 14 mois, se trouvèrent après 15 jours de traversée, en Australie, à la fin d'un été particulièrement chaud (départ de Port-Martin le 5 février. Arrivée à Hobart le 22 février 1951).

Chez les 9 « rentrants » (2 hommes restèrent à Port-Martin pour un deuxième hivernage), un certain nombre de petits troubles furent observés. L'intensité et la durée de cette « crise de ré-adaptation à la chaleur » qui entre sans doute dans le cadre du choc climatique, furent différentes suivant les sujets. La date de la crise fut également variable. Précoce chez certains, dès le 20 février, avant l'arrivée à Hobart ; entre le 20 et le 30 février, pour le plus grand nombre ; tardive dans un cas, entre le 5 et le 18 mars.

Chez 2 des sujets, il y eut association avec le mal de mer, mais l'indépendance des deux phénomènes peut être affirmée. Dans la 1^{re} observation, les troubles continuèrent à terre ; dans la 2^e observation, la crise prit fin malgré le très mauvais temps dû à un cyclone entre l'Australie et la Nouvelle-Calédonie.

Cette « crise de ré-adaptation » fut marquée par la symptomatologie suivante :

asthénie physique et intellectuelle, malaise général réalisant dans un cas un véritable syndrome dépressif avec séjour au lit, incapacité de tout effort, indifférence et prostration ;

des phénomènes digestifs : bouche amère, langue saburrale, anorexie (qui fut totale pendant 4 jours dans un cas), vomissements chez deux sujets ;

le poulx et la température n'étaient pas modifiés, et il n'y avait pas de soif ni de transpiration.

Tous ces troubles s'effacèrent en 4 à 5 jours en moyenne ; le cas le plus sérieux, à cause de l'intensité des troubles digestifs à type d'« hépatisme » fut traité par le Dicholium intra-veineux.

Aucune exploration fonctionnelle n'a pu être pratiquée.

Telle qu'elle fut observée, sur un petit nombre de sujets, sans examen biologique, cette « crise de réadaptation » ne peut guère être interprétée. Elle se rapproche des accidents généraux dus à la chaleur (heat exhaustion) par l'asthénie intense et l'anorexie. Elle a en commun avec le « syndrome des fortes chaleurs chez les hépato-biliaires » de PARTURIER, les vomissements et l'amertume de la bouche. On n'y retrouve pas nettement la symptomatologie du « choc climatique » habituel. L'absence de transpiration et de soif pourrait faire penser que l'organisme a « désappris » la lutte contre la chaleur, ce qui paraît difficile à envisager.

Enfin, il ne faut pas oublier que la période du « retour au monde » est, indépendamment du changement de température, une période de changement complet et brusque de « climat » dans le sens large adopté pour ce mot, et donc qu'une multitude de facteurs peuvent jouer.

CONCLUSIONS.

L'acclimatation de l'Homme et des Vertébrés supérieurs en Terre Adélie, en prenant le mot acclimatation dans son sens le plus large, pose le problème des rapports entre la vie homéotherme et le milieu très particulier de la côte de ce secteur antarctique.

Aux caractéristiques générales du climat antarctique (température moyenne inférieure de 8 à 10° à celle de la latitude symétrique de l'hémisphère Nord, température constamment négative, avec absence d'été vrai) s'ajoute en Terre Adélie l'extrême fréquence de vents dépassant parfois 200 km à l'heure. La Terre Adélie peut être considérée comme un des « pôles du Vent » de notre planète. Pendant dix mois de l'année, ce vent transporte une suspension dense de grains de glace, et réalise le *blizzard*, *facteur essentiel du climat*. Il entraîne un pouvoir de refroidissement de l'atmosphère qui a été précisé par des mesures, et atteint les valeurs les plus élevées du globe. Un appareil est proposé pour une étude systématique du pouvoir de refroidissement des ambiances antarctiques.

Des micro-climats dus au freinage du vent près du sol et non pas à un gradient thermique fournissent aux animaux de petite taille des conditions d'échanges thermiques beaucoup moins défavorables.

Les surfaces rocheuses émergeant de la glace sont réduites à quelques kilomètres carrés. Le sol au sens pédologique du mot n'existe nulle part.

La vie proprement terrestre est dans l'état actuel des recherches, *uniquement cryptogamique* et extrêmement réduite. Elle ne comprend que quelques espèces de lichens et une algue verte, très pauvrement représentées. Par contre, il existe une « *microflore originale* » très intéressante du point de vue de la Bactériologie Générale et que nos prélèvements ont permis d'étudier.

Pour les Vertébrés supérieurs, objet de cette étude :

— *la seule source d'énergie organique alimentaire est la mer* qui contient une flore très riche et une faune abondante d'Invertébrés et de Poissons.

Il existe une source d'énergie mécanique naturelle énorme constituée par le vent. Elle n'est pratiquement pas utilisée par les animaux. Quand seront vaincues des difficultés techniques, cette énergie considérable sera à la disposition de l'homme.

L'existence de la glace de mer pendant l'hiver réalise une barrière plus ou moins facilement franchissable entre les Vertébrés supérieurs et l'unique source d'énergie alimentaire marine.

Dans ces conditions, les Vertébrés homéothermes aériens sont réduits à 8 espèces d'oiseaux. Sept, dont le Manchot Adélie, sont des migrants incapables de subir l'hiver devant la côte. Leur acclimatation peut donc être considérée comme insuffisante. Une seule espèce, le Manchot Empereur, grâce à des adaptations morphologiques, physiologiques, écologiques, éthologiques, et à un cycle paradoxal avec reproduction hivernale, est réellement acclimaté à la Terre Adélie.

L'homme présente un certain degré d'acclimatation au froid, au vent et au blizzard de Terre Adélie, acclimatation dont les mécanismes sont encore peu étudiés. Mais cette acclimatation est extrêmement insuffisante. La vie de l'homme à l'état naturel, privé du secours de la technique moderne, utilisant les ressources du pays grâce aux solutions traditionnelles des peuples de l'Arctique, paraît complètement impossible.

La vie de l'homme est permise en Terre Adélie par l'acclimatation artificielle. Grâce aux moyens modernes, il apporte avec lui son « climat », en particulier *des moyens de protection* (micro-climats individuels et collectifs) qui le séparent du milieu antarctique. Il apporte aussi *l'énergie dont il a besoin* sous presque toutes ses formes (alimentaire, calorifique, mécanique, lumineuse...).

Aussi l'isolement écologique de l'homme par rapport au climat antarctique est-il de plus en plus manifeste dans les expéditions successives de mieux en mieux équipées. L'acclimatation naturelle est de moins en moins sollicitée. Dans ces conditions, la pathologie des Expéditions Polaires a tendance à devenir banale. Les accidents de carence ont disparu. Les accidents dus au froid sont rares et bénins dans des circonstances normales. Les cadres de l'hygiène polaire se fixent et se précisent dans de nombreux travaux récents ou actuels.

Avec une bonne préparation générale et médicale, les futures Expéditions françaises en Terre Adélie doivent pouvoir fournir, sans accidents humains sérieux, le travail scientifique et le travail d'exploration considérables qui restent à faire après trois hivernages dans notre possession antarctique aujourd'hui abandonnée.

BIBLIOGRAPHIE DES AUTEURS CITÉS.

- ABS (O.), 1934. — Climatologie des régions Polaires, in PIERY (M.). — Traité de climatologie biologique et médicale.
- ABS (O.). — La Médecine Polaire. Conférence Institut de Kiel, 18-20 juin 1951.
- ADOLPH (E. F.) et MOLNAR (G. W.), 1946. — Exchanges of Heat and Tolerance to Cold in Men Exposed to Outdoor Weather, *Amer. Journ. of Physiol.*, 146.
- ALEXANDER (R. L.), 1945. — The Treatment of Shock from Prolonged Exposure to Cold especially in Water. *Item*, N° 24, File N° XXVI. — 37 Combined Intelligence Objective Sub-committee, I.S. Army, July 1945. (Contient en Appendice certains travaux allemands).
- ALEXANDER (W. R.), 1928. — Birds of the Ocean.
- ANTARCTIC PILOT, 1948. — London. (Instructions Nautiques Anglaises).
- BADER. — Publications du Climatic Research Laboratory (cité par KAYSER et MERTZ).
- BALKE (B.), CREMER (H.), KRAMER (K.) et REICHEL (H.), 1944. — Untersuchungen sur Kalteanpassung. *Klin. Wschr.*, 204.
- BARRE (M.), 1953. — Electricité Atmosphérique, in Rapport Préliminaire Expédition Antarctique 1950-52. Publications Expéditions Polaires Françaises.
- BASLER (A.), 1937. — Wachstumforschung in Medizin. *Klinik*, 10 décembre 1937, 1889.
- BAZETT (H. C.) et Mc GLONE (B.), 1927. — The temperature of the air in contact with the Skin. *Amer. Journ. of Physiol.*, 82, 452-61.
- BELDING (H. S.), DARLING (R. C.), GRIFFIN (D. R.), ROBINSON (S.) et TURREL (G. S.), 1945. — Evaluation of thermal insulation provided by Clo-

- thing, p. 9-21, in *Clothing Test Methods* NEWBURGH et HARRIS, Publications C.A.M., N° 390, National Research Committee, Washington.
- BELLINGSHAUSEN (T.), 1831. — *The Voyage of Captain Bellingshausen to the Antarctic Sea 1819-21. Haktugt Soc. Public.*, 91 et 92.
- BENITTE (A. C.), 1948. — Etude sur le comportement de l'homme aux basses températures. *Bulletin d'information technique et scientifique*, Juillet et Octobre 1948.
- BENITTE (A. C.), 1950. — Les accidents généraux dus au froid, *Revue du Corps de Santé militaire*, 6, N° 4.
- BENITTE (A. C.), 1952. — La guerre dans les pays froids. *Union Fédérative Nationale des Médecins de Réserve*, Décembre 1952.
- BERGONIE (J.), 1909. — De la résistance thermique ou coefficient d'utilité des vêtements confectionnés. *C. R. Soc. Biol.*, 56, 265-266.
- BINET (L.), 1929. — La lutte contre le froid, in *Traité de physiologie normale et pathologique*, publié sous la direction du Pr. H. G. ROGER.
- BODMANN (G.), 1910. — Météorologie, in *Wissenschaftliche Ergebnisse die Schwedischer Sudpolar Expedition 1901-1903*, Band 2.
- BONVALLET (M.) et DELL (P.), 1949. — Métabolisme de l'eau et thermo-régulation physique. *Ann. Nutri. Alim.*, 3, 184-243.
- BURTON (A. C.), SCOTT (J. C.), Mc GLONE (B.) et HAZETT (H. C.), 1940. — Cité d'après BONVALLET (M.) et DELL (D.). — *Ann. Nutri. Alim.*, 3, 1949, 184-242.
- BÜTTNER (K.), 1938. — *Physikalische Bioklimatologie*, Leipzig.
- CANDOLIN (V.), 1949. — Seal-finger ; Congrès des Chirurgiens Scandinaves, Helsingfors.
- CENDRON (J.), 1952. — Une visite hivernale à une rookerie de Manchots Empereur. *La Terre et la Vie*, 1952.
- CENDRON (J.), 1953. — Souvenirs médicaux de Terre Adélie. *Presse Médicale*, N° 6, Janvier 1953.
- CHARCOT (J. B.), 1908. — Journal de l'Expédition Antarctique 1903-1905.
- CHARCOT (J. B.), 1910. — Le « Pourquoi-Pas » dans l'Antarctique.
- CHERRY-GARRARD (A.), 1912. — *The Worst Journey in the World*.
- COOK (J.), 1777. — A voyage towards the South Pole and Round the World performed in H.M.S. « Resolution » and « Adventure » in 1772-75. London.
- CRITCHLEY (M.), 1945. — Problems of Naval Warfare under Climatic Extremes. *Brit. Med. J.*, 2, 146-148, 173-177, 208-212.
- DEROBERT (L.) et LEBRETON, 1951. — Valeur de la présence d'arsenic dans les cheveux pour l'estimation de la date de l'intoxication arsenicale. *Ann. de Med. Leg.*, 1951, 173.
- DILL (D. B.) et FORBES (W. B.), 1941. — Respiratory and Metabolic effects of hypothermia. *Amer. Journ. of Physiol.*, 132, 685-697.
- DORNO (S.) et THILENIUS (R.), 1925. — Das Davos Frigorimeter. *Strahlentherapie*, 19, 574-578.
- DUGALL (L. P.) et THERIEN (M.), 1945. — Relation entre la teneur en acide ascorbique des organes et l'acclimatation au froid chez le Cobaye, *Revue Canadienne de Biologie*, 3, 552-53.
- DUMONT D'URVILLE (J.), 1853. — Voyage au Pôle Sud et dans l'Océanie sur les Corvettes l'« Astrolabe » et la « Zélée ». Histoire du Voyage.
- FORSTER (G.), 1777. — A voyage round the world in H.M. Sloop « Resolution » commanded by Captain Cook, 1772-75. London.
- GAGGE (A. P.), BURTON (A. C.) et BAZETTE (C.), 1941. — A practical system of units for the description of the Heat exchanges of Man with his environment. *Science*, 94, 428-434.
- GAIN (L.), 1914. — Oiseaux antarctiques, in *Deuxième Expédition Antarctique Française*.
- GEIGER. — Das Klima der Bodennahen Luftschicht.
- GERLACHE (A. de), 1902. — Quinze mois dans l'Antarctique.
- GIAJA (J.), 1938. — Homéothermie et thermorégulation, 2 vol.
- GIAJA (J.), 1938. — Influence du froid sur l'organisme. *Nutrition*, 8, 147-160.
- GIROUD (A.) et BULLIARD (H.), 1930. — La kératinisation épidermique et des Phaneres. *Arch. Morph. Gener. et Exper.*, 22.

- GLICKMANN (N.), KESTON (R. W.), MITCHELL (H. H.), FAHNESTOCK (M. K.), 1946. The Tolerance of Man to cold as affected by dietary Modifications. *Am. Journ. of Physiol.*, 148, 538-548.
- GORDON HAYES, 1928. — *Antarctica*.
- GOURDON (E.), 1913. — Un hivernage dans l'Antarctique. Thèse de Paris.
- GRANT (R. T.), PEARSON (R. S. B.), 1938. — The blood circulation in the Human Limb : Observations on the difference between the proximal and distal parts and remarks on the regulation of body temperature in *Clin. Sci.*, 3, 1119-1139.
- HARDERS (M.), 1953. — Transmission Radio Electrique. Publication. Expéditions Polaires Françaises.
- HARRIS (M.), 1945. — Physical Test in Publication C. A. M., n° 390 déjà cité 75-98.
- HENKEL, 1943. — Cité par BENITTE, 1948.
- HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1943. — Température régulation. *Ann. Rev. Physiol.*, 5, 295-320.
- HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1945. — Moisture and moisture evaporated in Publication C. A. M., n° 390 déjà cité 21-22.
- HEURTEBIZE (G.), 1952 (a). — Géologie in Rapports préliminaires. Expédition Antarctique. 1949-1951. Publication Expéditions Polaires Françaises.
- HEURTEBIZE (G.), 1952 (b). — Sur la géologie de la Terre Adélie. *C. R. Acad. Sci.*, 24-3-1952.
- HEURTEBIZE (G.), 1952 (c). — Sur les environs de Port-Martin. *C. R. Acad. Sci.*, 26-5-1952.
- HILDMANN (E.), 1943. — Praktische Kaltefragen Gebirgssanitätsschule St Johann 23 et 24 septembre 1943.
- HILL (L.), 1920. — An Electrically Heated Katathermometer and Comparison of wet « Kata » with Wet Bulb in *Proc. Physiol. Soc. Journ. of Physiol.*, 53.
- HOLZLOHNER (E.), RASCHER (S.), FINKE (G.), 1942. — Bericht über Abkühlungsversuche am Menschen. Doc. N° 428 et Appendice 7 du rapport d'ALEXANDER (L.) déjà cité.
- HORVATH (S. M.), 1945. — Clothing Test Methods. Add. p. 44. Publication C. A. M., n° 390 déjà cité.
- HORVATH (S. M.), FREEDMAN (A.), GOLOGN (H.), 1947. — Acclimatisation to Extreme Cold. *Am. Journ. Physiol.*, 150, 99-108.
- HOUGHTEN. — Voir YAGLOU.
- HUNTER (J.), KERR (F. H.), WHILLANS (M. G.), 1951. — The relationship between cold Stiffness and Synovial Fluid Characteristics. Physiology 4 Defence Research Board Ottawa.
- KARK (P. M.), CROOME (R. R. M.), CAWTHORPE (J.), BELL (D. M.), BRYANS (A.), MACBETH (R. J.), JOHNSON (R. E.), CONSOLAZIO (F. C.), POULIN (J. L.), TAYLOR (F. H. L.), GOGSWELL (R. C.), 1948. — Observations on a mobile Artic Force. *J. Applied Physiol.*, 1, 73-92.
- KAYSER (C.), 1930. — Contribution à l'Etude de la Régulation Thermique. *Ann. Physiol. G.*, 721-744.
- KAYSER (C.) et METZ (B.), 1950. — Recherches récentes sur la résistance au froid. Ministère de la Défense Nationale. 2 vol.
- KELSEY (M. P.), 1944. — Acute Exposure of Flyers to Arctic Waters Air Surgeon's Bull., 1, 7-10.
- KILLIAN (A.), 1946. — Kälteschaden Das Deutsche Gesundheitswesen.
- KÖNIG (F. H.), 1943-1944. — Bluttemperatur und Wärmeregulation Mitt. *Pfluger Arch. Ges. Physiol.*, 246, 693-708 (1943), 497-513 (1944).
- KÖNIG (F. H.), 1943. — Physiologische Bemerkungen zur Physikalische Behandlung von Unterkühlten *Klin. Wschr.*, 22, 45-50.
- KOKALIS, 1942. — Discussion sur les Gelures. *Bull. Soc. Chir. Hellénique*, 184.
- KRAMER (K.), REICHEL (M.), 1944. — Die Grenze der Chemischen Wärmeregulation. *Klin. Wschr.*, 23, 192-198.
- LABORIT (H.), 1952 (a). — Réaction organique à l'agression et au choc.
- LABORIT (H.), 1952 (b). — Sur la physiologie et le traitement des gelures in *Presse Médicale*, 60, 1256-58.
- LARREY, 1812. — Mémoires de Chirurgie Militaire et Campagnes, 3.
- LATARJET (R.), 1949. — Les rations alimentaires in Expéditions Polaires Françaises. Bulletin du C.N.R.S.

- LAUFMAN (H.), 1951. — Profound accidental Hypothermia. *J.A.M.A.*, 147, 1201-1212.
- LEFÈVRE (J.), 1929. — Chaleur animale et Bionergétique in *Traité de Physiologie Normale et Pathologique* publié sous la direction du Pr. G. H. ROGER.
- LERICHE (R.) et KUNLIN (J.), 1940. — Physiopathologie des gelures, maladie vasomotrice puis thrombosante. *C. R. Acad. Chir.*, 14, 2.
- LEWIS (R. B.), 1952. — Local cold injury. *Frostbite. Milit. Surg.*, 110, 25-41.
- LIEBERMEISTER (C.), 1859. — Die Regulierung der Wärmebildung bei den Thieren von Constanten Temperatur. *Deutsche Klinik*, October 1859, 391-394.
- LOCKHART (E. G.), 1945. — Antarctic Trail Diet. Proceedings of the American Philosophical Society, Avril 1945, 89, 235-248.
- LOEWE (F.), 1952. — Glaciologie in Rapports Préliminaires Expedition Antarctique 1950-1952. Publication Expéditions Polaires Françaises.
- LUTZ (W.), VON WERZ (R.), 1944. — Kältetod und Sauerstoffmangel (Appendice 3 in ALEXANDER déjà cité 143-151).
- MAC CONNELL (W. B.) et YAGLOU (C. P.), 1924. — The Katathermometer, its Value and Defects. Publ Bureau of Mines, Washington.
- MADIGAN (C. T.), 1929. — Meteorology in Australasian Antarctic Expedition 1911-1914 Sci. Rep. Séries B, Vol. IV.
- MAC LEAN (A. L.), 1919. — Bacteriological and other Researches in A. A. E. 1911-1914 Sci. Rep. Séries C, Vol. VII.
- MAYAUD (N.), 1953. — Champ magnétique moyen et variation séculaire en Terre Adélie au 1^{er} janvier 1952. *C. R. Acad. Sci.*, 2-3-1953.
- MAYAUD (N.), 1953. — Position au 1^{er} janvier 1952 du Pôle Magnétique Sud. *C. R. Acad. Sci.*, 16-3-1953.
- MAWSON (D.), 1915. — The Home of the Blizzard, 2 vol.
- MAWSON (D.), 1942. — Geographical narrative and cartography. Australasian Antarctic Expedition 1911-14, Séries A, Vol. I.
- MEINARDUS (W.), 1938. — Handbuch der Klimatologie.
- MISSENARD (A.), 1931-1933. — Température effective d'une atmosphère. Température résultante d'un milieu. *Chaleur et Industrie*, octobre 1931, mars 1933, juillet 1933.
- MISSENARD (A.), 1946. — La chaleur animale.
- MISSENARD (A.), 1948. — Equivalence thermique des ambiances. Equivalence de passage. Equivalence de séjour. *Chaleur et Industrie*, juillet, août 1948.
- MITCHELL (H. H.), GLICKMANN (N.), LAMBERT (E.), KEGTON (R. W.), FAHNSTOCK (M. K.), 1946. — Voir GLICKMANN (N.).
- MITCHELL (H. H.) et EDMAN (M.), 1951. — Nutrition and Climatic Stress.
- MURRAY-LEVICK (G.), 1914. — Antarctic Penguins A. Study of their Social Habits. London.
- MURPHY (R. C.), 1938. — Oceanic Birds of South America, 2 vol.
- NEWBURGH (L. H.) et HARRIS (M.), 1945. — Clothing Test Methods. Publication C. A. M. n° 390. National Research Committee Washington.
- NEWBURGH (L. H.), 1949. — Physiology of Heat Regulation and the Science of Cloting.
- NORDENSKJOLD (O.) et MECKLING (L.), 1928. — The Geography of the Polar Regions. American Geographical Society New York.
- PAUNESCO-PODEANU et TZURAI (I.), 1946. — Les troubles locaux dus au froid.
- PENNES (H. H.), 1948. — Analysis of tissue and arterial basal Temperature in the Resting Human Forearm. *J. Applied Physiol.*, I, 93-122.
- PERROUD (P.), 1953. — Géodésie in Rapports Préliminaires Exp. Ant. 1950-1952, Publication Expéditions Polaires Françaises.
- PONCIN (G. de). — Kablouna.
- PREVOT (A. P.) et MOUREAU (M.), 1952. — Recherches sur les bactéries Anaérobies de la Terre Adélie. *Ann. Inst. Pasteur*, janv. 1952.
- PREVOST (J.), 1953. — Formation des couples, ponte et incubation chez le Manchot Empereur. *Alauda*, 141-156.

- PROCEEDINGS of the American Philosophical Society, 1945. — Reports on Scientific Results of the U.S. Antarctic Service Expedition 1939-41.
- PRUDHOMME (A.) et BOUJON (H.), 1952. — Sur les Tempêtes observées en Terre Adélie. *La Météorologie*, 21.
- PRUDHOMME (A.) et LE QUINIO (R.), 1952. — Météorologie in Expédition en Terre Adélie 1950-1952. Rapports préliminaires, N° 20. Publication Expéditions polaires françaises.
- REICHEL (H.), 1944-45. — Die Allgemeine Auskühlung. Sammlung von Vorträge der Heergebirgssanität Schule Winter 1944-1945.
- REICHEL (H.), 1944-45. — Kälteanpassung in Sammlung, déjà cité.
- REILLY, COMPAGNON, RIVALIER, LAPLANE et DUBUIT, 1935. — Sur la Pathogénie de la Dothienenterie. La Fièvre thyphoïde expérimentale. Le rôle du Système Nerveux Végétatif dans la Genèse des lésions expérimentales. *Ann. de Méd.*, 37, n° 2, 3, 4.
- REIN (H.), 1948. — Physiologische Grundlagen zum Verstandnis von Wärme und Kälteschaden am Menschlichen Organismus. *Arch. Dermat. und Syph.*, 184, 23.
- ROBERTS (B.), 1940. — The Life Cycle of Wilson's Petrel.
- ROBINSON (S.), TURREL (E. S.) et GERKING (S. D.), 1945. — Physiologically Equivalent Condition of Air Temperature and Humidity. *Amer. J. Physiol.*, 143, 21-23.
- ROCH (E.), 1948. — Géologie de l'Antarctique. Publication Expéditions Polaires Françaises, N° 8.
- RUSSELL (G.) et FRAZIER, 1945. — Acclimatization and the effects of Cold on the Human Body as Observed at Little America III in Proceedings of the American Philosophical Society déjà cité.
- SAPIN-JALOUSTRE (J.) et BOURLIERE (F.), 1951 et 1952. — Expédition Antarctique 1949-1951. Notes ornithologiques nos 1 et 2 sur le Manchot Adélie in Alauda.
- SAPIN-JALOUSTRE (J.), 1952. — Découverte et description de la roquerie de Manchots Empereurs de Pointe Géologie. Terre Adélie. *L'Oiseau et R. F. O.*, 142-184 et 225-260.
- SAPIN-JALOUSTRE (J.), 1952-53. — Les phoques de Terre Adélie. *Mammalia*, 178-212 et 1-20.
- SCHEINISS (B.), 1944. — La mort par le froid. Monographie, Moscou. Analysée dans le *Lancet*, 319 (Freezing to Death).
- SCOTT (R. F.), 1907. — The Voyage of the « Discovery ».
- SCOTT'S LAST EXPEDITION 1913.
- SCOTT, BAZETT et MACKIE, 1949. — Cité par KAYSER et MERTZ.
- SHACKLETON (E.), 1909. — The Heart of the Antarctic.
- SHACKLETON (E.), 1909. — South.
- SHUMACKER (H. B.) et LEMPKE (R. E.), 1951. — Récent Advances in Frostbite, Surgery, 30, 873-904.
- SIPLE (P. A.) et PASSEL (C. F.), 1945 (a). — Measurements of Dry Atmospheric Cooling in Sub-Freezing Temperatures, Proceedings of American Philosophical Society, 89, 177-199.
- SIPLE (P. A.), 1945 (c). — Definition of Adequacy of Clothing in Cold Climates 55-67 in publication C.A.M., n° 390, National Research Committee Washington.
- SIPLE (P. A.), 1945 (b). — General Principles governing Selection of Clothing for cold climates. Proceedings of American Philosophical Society, 89, 200-234.
- SMITH (L. W.) et FAY (I.), 1940. — Observations on Human Being with Cancer maintained at Reduced Temperature of 75-90. *F. Am. J. Clin. Path.*, 10, 1-11.
- SPEALMAN (C. R.), 1946. — Body cooling of rats, rabbits and dogs following immersion in water with a few observations on Man. *Amer. Journ. Physiol.*, mai 1946.
- STEFFANSON (W.), 1950. — Arctic Manual.
- STONEHOUSE (B.), 1953. — The Emperor Penguin, F.I.D.S. Scientific Reports, n° 6.
- TALBOTT (J. H.), 1945. — Standardization of Subjects 41-44. Standardization of Clothes and Gear 45. Tolerance Time 47-48. Grading of Sensation

- 49-50 in *Clothing Test Methode Publication* C.A.M. n° 390 National Research Committee Washington.
- TELFORD, 1943. — Sympathectomies in Treatment of Cryopathies, *British Medical Journal*, n° 4315.
- VAGLIANO (M. S.), 1948. — *La gelure*, 1 vol.
- VICTOR (P.-E.), 1947. — Considération générale sur le vêtement aux basses températures. Rapport n° 25709 au Bureau Scientifique de l'Armée.
- VIDAL-LABLACHE. — La Région Antarctique in *Géographie Universelle*.
- WELTZ (G. A.) et REITER (R.), 1944. — Tierversuch über Auskühlung und Erwärmung in Wasser (Seenotfall) Appendice I, 69-117 in ALEXANDER déjà cité.
- WILSON (E. A.), 1907. — Aves, British National Antarctic Expedition 1901-1904. *Natural History*, 2, 1-121.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1938 (a). — A New Method of Partitional Calorimetry. *Am. J. Physiol.*, 116, 641-655.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1938 (b). — The determination of Radiation and Convection Exchanges by Partitional Calorimetry. *Am. J. Physiol.*, 116, 609-684.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1937 (a). — Physiological Reactions of the Human Body to Varying Environmental Temperatures. *Am. J. Physiol.*, 120, 1-22.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.), GAGGE (A. P.), 1937 (b). — Physiological Reactions of the Human Body to Various Atmospheric Humidities. *Am. J. Physiol.*, 120, 288-299.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1939. — Influence of Air Movement upon Heat Losses from the Clothed Human Body. *Am. J. Physiol.*, 127, 505-518.
- WINSLOW (C. E. A.), HERRINGTON (L. P.) et GAGGE (A. P.), 1940. — Heat Exchange and regulation in Radiant Environment above and below Air Temperature. *Am. J. Physiol.*, 131, 79-92.
- YAGLOU (C. P.) et HOUGHTEN (F. C.), 1923. — Determining Lines of Equal comfort in American Society of Heating and Ventilating Engineers (A. S. H. V. E.) Transactions.
- YAGLOU (C. L.) et HOUGHTEN (F. C.), 1924. — Cooling Effect on Human Beings Produced by Various Air Velocities. A. S. H. V. E. Transactions.
- YAGLOU (C. P.) et MC CONNELL, 1924. — Correlations of Skin temperatures and Physiological Reactions. A.S.H.V.E. Transactions.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages
AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	4
PREMIERE PARTIE.	
L'ANTARCTIQUE ET LA TERRE ADÉLIE	6
<i>Notions de Géologie et de Géographie</i>	6
<i>Conditions Météorologiques en Terre Adélie</i>	13
Généralités	13
La Température	15
L'Humidité	16
La Pression Atmosphérique	18
Autres Facteurs	18
Le Vent et le Blizzard	20
Circulation atmosphérique en Terre Adélie	23
<i>La « Valeur de Refroidissement », Les Ambiances équiva-</i> <i>lentes</i>	25
Les mesures de la « Valeur de Refroidissement » en Terre Adélie	29
Discussion des résultats des mesures faites en Terre Adélie	34
Comparaison avec autres résultats	38
Conclusion	40
<i>Les Micro-Climats de Terre Adélie</i>	42
Le Micro-climat de la baraque	44
» extérieur	47
» creux de rocher	48
» champ de glace	50
» sasstruggis	51
» crevasses	52
<i>La Vie en Terre Adélie</i>	56
DEUXIEME PARTIE.	
ACCLIMATATION PHYSIOLOGIQUE	59
Considérations sur la Thermo-Régulation (enveloppe et noyau)	60
<i>Les Oiseaux</i>	64
Petrel et Skuas	64
Manchot Adélie	65
Manchot Empereur	67

	Pages
<i>Les Chiens Esquimaux</i>	72
<i>Acclimatation de l'Homme</i>	76
Acclimatation naturelle	77
Le Jeu de l'enveloppe et du noyau	81
Le Ralentissement de la pousse des poils et des ongles en Terre Adélie	83
Acclimatation Artificielle	
Hygiène Polaire Antarctique	88
Hygiène de la base	88
Hygiène individuelle	89
Hygiène du vêtement	89
Le Scaphandre anti-blizzard	92
Hygiène alimentaire	94
Balance lipides-glucides	95
Vitamines	96
Rations des Expéditions Polaires	97
Acclimatation Psychologique	101
TROISIEME PARTIE.	
PATHOLOGIE	107
La Mort en Expédition Polaire	107
Pathologie Infectieuse	108
» Digestive	108
Ophtalmologie	108
Oto-Rhino-Laryngologie	109
Stomatologie	109
Traumatologie	109
Intoxications	109
Maladies de carence	110
Accidents dus au froid	111
Accidents généraux	111
La Cryoplexie	112
Le Traitement	114
Accidents locaux : les Gelures	115
Le traitement des Gelures	121
La Pathologie a frigore	123
La crise de ré-adaptation à la chaleur	127
CONCLUSIONS	128
Bibliographie	129

Vu :
LE DOYEN :
L. BINET.

Vu :
LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE :
VERNE.

Vu et permis d'imprimer :
LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
J. SARRAILH.



